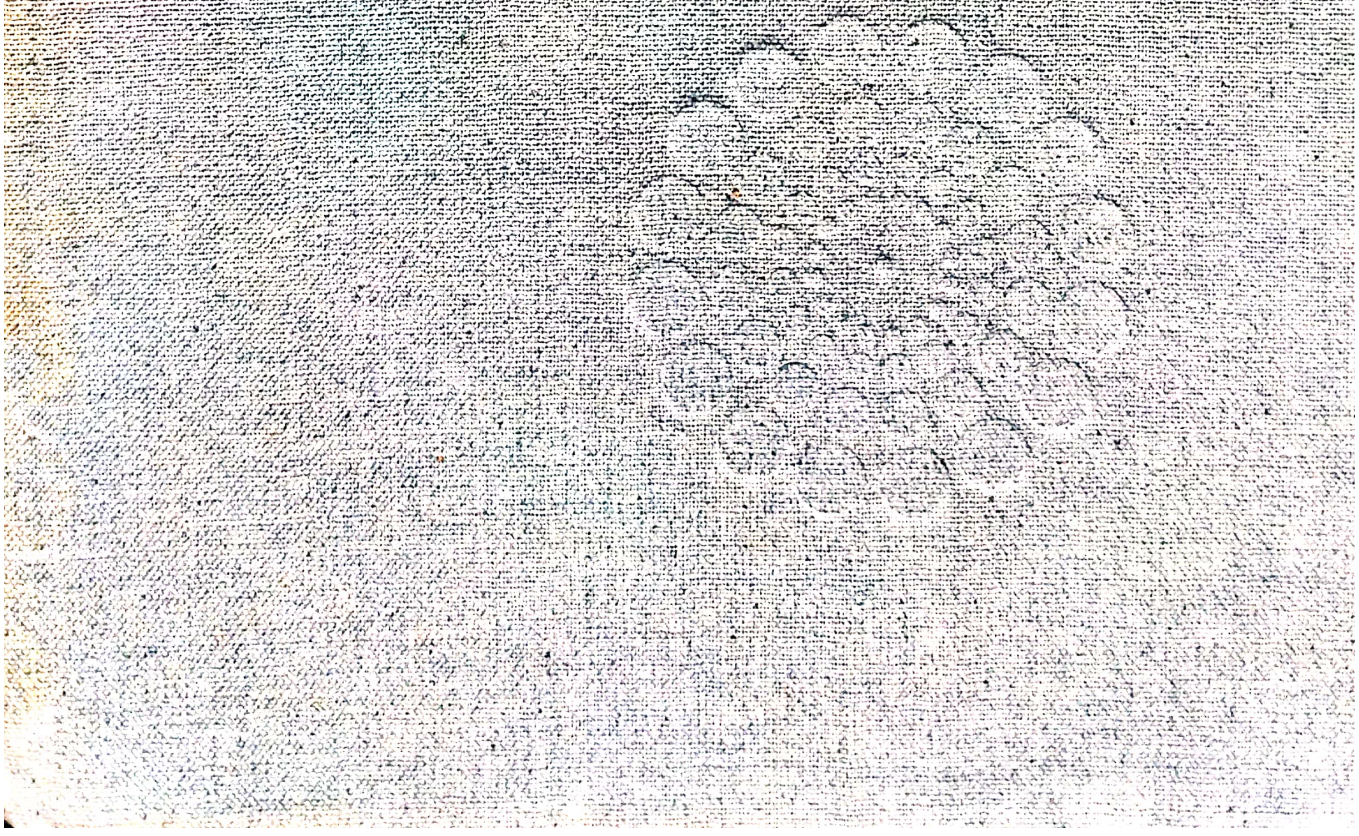
# Mică enciclopedie de metalurgie



Scanned with OKEN Scanner

# MICĂ ENCICLOPEDIE DE METALURGIE

Editura ştiinţifică şi enciclopedică
Bucureşti, 1980

Scanned with OKEN Scanner

Coordonator general:

prof. dr. doc. ing. IOSIF TRIPȘA

Autori:

dr. ing. OVIDIU HĂTĂRĂSCU
ing. PAUL IORDĂNESCU
ing. PAULINA ROZOLIMO
dr. doc. ing. IOSIF TRIPȘA

Redactare și coordonare lexicografică:
ing. CARMEN ZGĂVÂRDICI

Coperta și supracoperta: GHEORGHE MOTORA

Scanned with OKEN Scanner

# PREFAȚĂ

*Îndeplinirea sarcinii fundamentale formulată de programul Partidului — făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintarea României spre comunism — presupune ca industria să reprezinte factorul hotărîtor al avîntului tuturor forțelor de producție, al progresului economico-social al țării, exercitînd o puternică influență pozitivă asupra tuturor compartimentelor vieții sociale. Acest considerent a determinat prevederea ca producția industrială să crească în 1990 față de 1970 de 6,5—7,5 ori.*

*Un rol de bază în dezvoltarea pe ansamblu a industriei revine metalurgiei, deoarece asigură semifabricatele necesare dezvoltării celorlalte ramuri industriale, inclusiv a celor de vîrf. Ori, în această perioadă* „va trebui continuat procesul de restructurare a industriei prin creșterea prioritară a ramurilor de prelucrare avansată, realizarea de produse de înaltă tehnicitate", *așa cum subliniază tovarășul Nicolaie Ceaușescu în Raportul la cel de al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.*

*Liniile directoare ale dezvoltării economice și sociale a României pînă în anul 1990 prevăd ca producția de oțel la sfîrșitul acestei perioade să ajungă la 25—27 milioane tone, producția de aluminiu să crească cu 70—80%, producția de cupru de 4,0—4,5 ori, producția de zinc cu 40—60% și producția de plumb de 1,7—1,8 ori. Corespunzător nevoilor construcțiilor de mașini, electronicii și electrotehnicii, se va dezvolta producția de magneziu, titan, wolfram, siliciu, germaniu ș.a. valorificînd cu prioritate resursele interne de materii prime.*

*Ritmul impetuos de dezvoltare a metalurgiei a ridicat în fața personalului muncitor din această ramură industrială probleme majore privind cantitatea și calitatea producției.*

Scanned with OKEN Scanner

*Pentru rezolvarea acestora este necesară dezvoltarea continuă a învățământului tehnic profesional, mediu și superior de metalurgie, reciclarea cadrelor de specialiști din metalurgie și creșterea volumului de publicații tehnice de specialitate.*

*În aceste condiții, în etapa actuală a apărut ca absolut necesară apariția unei lucrări enciclopedice, instrument de lucru accesibil maselor largi de cititori, care să prezinte noțiuni legate de metalurgia extractivă și prelucrătoare.*

*Sarcina colectivului de autori a fost dificilă îndeosebi datorită faptului că lucrarea se adresează diverselor categorii de cititori (muncitori, tehnicieni, ingineri, cercetători, proiectanți, profesori, studenți și elevi), care fie că vin în contact pentru prima oară cu termenii tratați, fie că sînt interesați să aprofundeze unele noțiuni din domeniul metalurgiei. Volumul relativ mic al lucrării a creat dificultăți în special la stabilirea termenilor și la gradarea volumului informațiilor pentru fiecare termen, la aprecierea nivelului și volumului informațiilor pe grupe de termeni, la stabilirea structurii acestora și la aprecierea ponderilor informațiilor științifice, tehnice și didactice în cadrul termenilor sau grupelor de termeni.*

*Toate aceste probleme au fost rezolvate tratînd în general diferențiat, pe baza unor scheme aplicate pe grupe de termeni. Astfel, la prezentarea materialelor metalice și a materialelor auxiliare, la prelucrările tehnologice s-a urmărit în general schema: definiție, clasificare, structură, caracteristici, utilizări. La prezentarea procedeelor tehnologice s-a dat în general extensie mai mare aspectelor tehnice, la prezentarea utilajelor, caracteristicilor tehnice și aspectelor didactice, la prezentarea proceselor, problemelor științifice.*

*Pe lîngă definirea corespunzătoare a noțiunilor de specialitate s-a urmărit și dezvoltarea enciclopedică a acestora, cu caracter de introducere în unele domenii pe care cititorii ar dori să le adîncească.*

*Articolele încep cu definirea noțiunii și continuă cu o dezvoltare a cărei extindere este impusă de importanța termenului respectiv. Pentru înlesnirea unei priviri sintetice s-a concentrat informația privind o anumită categorie de articole (de ex.: metal, metalurgia metalului, procedee tehnologice, utilaje). În cadrul articolelor complexe au fost tratați unii termeni simpli, evidențiați printr-o săgeată și caractere cursive, ce*

Scanned with OKEN Scanner

*figurează prin trimitere la anumiți termeni complementari, prevăzuți în cuprinsul sau la sfîrșitul articolelor.*

*Pe lîngă articolele corespunzătoare termenilor comuni, lucrarea cuprinde și scurte informații biografice privind personalități de strictă specialitate sau de specialități înrudite, care au avut contribuții la dezvoltarea metalurgiei. Numărul lor limitat este motivat de faptul că în Editura științifică și enciclopedică este în curs de pregătire lucrarea „Personalități ale științelor tehnice. Mic dicționar".*

*Schițele, schemele, desenele cum și tabelele introduse în lucrare, pe lîngă suplimentarea informației sînt menite să sporească gradul de accesibilitate al textului.*

*Deoarece „Mică enciclopedie de metalurgie" este prima de acest gen care apare în limba română, colectivul de autori mulțumește tuturor cititorilor care vor veni cu sugestii și propuneri în scopul îmbunătățirii conținutului ei.*

IOSIF TRIPȘA

Scanned with OKEN Scanner

# LISTA DE ABREVIERI

| | |
|---|---|
| $E$ | — modulul de elasticitate |
| $HB$ | — duritatea Brinell |
| $HV$ | — duritatea Vickers |
| $KCU$ | — rezistenţa |
| p.f. | — temperatura de fierbere |
| p t. | — temperatura de topire |
| $\sigma_r$ | — rezistenţa dt rupere la tracţiune |
| $\sigma_c$ | — rezistenţa la curgere |
| $\delta$ | — alungirea |
| $\rho$ | — densitatea |

Scanned with OKEN Scanner

# A

**ABRAZIUNE,** prelucrare prin aşchiere a unui corp metalic sau ceramic cu un abraziv. Se efectuează manual sau mecanizat.

**ABRAZIV,** material aglomerat sau pulverulent, natural sau sintetic, capabil să prelucreze prin aşchiere alte materiale cu o duritate mai mică decît a sa. **A.** utilizaţi în tehnică sînt clasificaţi în funcţie de duritatea lor mineralogică, stabilită după scara Mohs (silex, nisip 7—8, emeri 8,5, corindon 9, carborundum 9,2, carbură de bor 9,4, diamant 10, borazon peste 10). **A.** se întrebuinţează sub formă de granule libere (pulberi abrazive), aplicate pe un suport (foi abrazive) şi sub formă de corpuri compacte (pietre abrazive). *Abrazivii sub formă de granule libere* acţionează prin şoc sau prin presiune (sablare, polizare) cu ajutorul unui fluid (aer, apă, petrol, ulei). Dintre *abrazivii aplicaţi pe un suport* fac parte hîrtia de şlefuit şi pînza de şlefuit. Pentru executarea *pietrelor abrazive* se folosesc abrazivi naturali şi sintetici consolidaţi cu lianţi minerali, organici sau metalici.

**ADAOS DE CONTRACŢIE,** adaos prevăzut la modele şi cutii de miez prin care se ţine seama de contracţia liniară şi frînată a metalului sau a aliajului din care se toarnă piesa. Mărimea sa depinde de valoarea → *contracţiei* liniare a aliajului turnat care funcţie de complexitatea piesei poate fi liberă sau frînată. Alegerea coeficientului de contracţie este dificilă, mai ales în cazul pieselor complicate, cu raport mare între cele trei cote de gabarit.

**ADAOS DE PRELUCRARE,** surplus dimensional prevăzut la piesele obţinute prin diferite procedee tehnologice, pe suprafeţele care urmează să se prelucreze. Mărimea sa depinde, în primul rînd, de procedeul de obţinere a piesei (turnare, forjare, matriţare etc.). În cazul unui anumit procedeu, acesta depinde de marca şi calitatea materialului din care se execută piesa, de dimensiunile, complexitatea şi clasa de precizie a piesei şi de alţi factori.

**ADAOS NEGATIV,** lipsuri dimensionale pe suprafeţele exterioare neprelucrate prevăzute la modele de turnătorie pentru compensarea unor abateri dimensionale generate la extragerea cu dezbatere exagerată a acestora din formă, la intercalarea unui strat de argilă pe suprafaţa de separaţie a formelor uscate etc., care pot cauza mărirea grosimii pereţilor şi, ca urmare, utilizarea unei cantităţi suplimentare de metal şi creşterea greutăţii pieselor. Se stabilesc funcţie de greutatea şi de grosimea pereţilor pieselor turnate.

**ADAOS TEHNOLOGIC,** adaos de material la diferite tipuri de piese pentru asigurarea condiţiilor de executare prin diferite procedee tehnologice. Cele mai importante sînt cele prevăzute : la pereţii verticali, pentru asigurarea posibilităţilor de extragere

Scanned with OKEN Scanner

a piesei din formă (de turnare, locașul matriței etc.), la orificiile, canelurile, proeminențele și cavitățile care nu pot fi realizate prin procedeul tehnologic respectiv, pentru asigurarea condițiilor de→*solidificare dirijată* a pieselor turnate, la zona de contact cu maselotele pentru îndepărtarea acestora fără știrbirea piesei

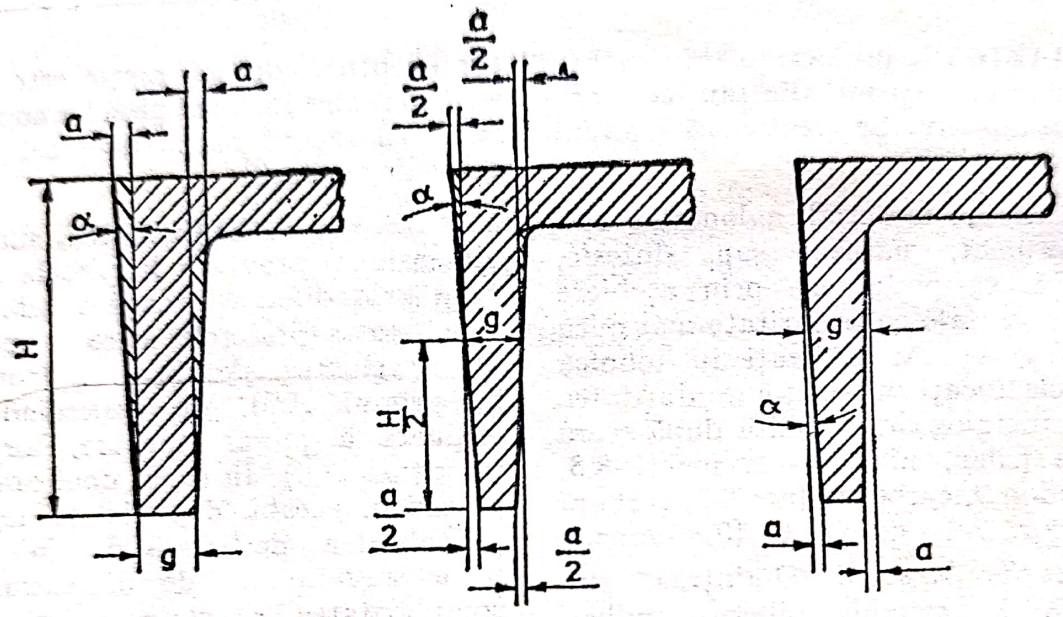



**Fig. A. 1.** Adaos tehnologic la pereții verticali: pozitiv (dreapta), negativ-pozitiv (centru) sau negativ (stînga).

și pentru asigurarea condițiilor de prelucrare prin așchiere. Înclinația pereților verticali $\alpha$ (fig. A. 1) în cazul pieselor turnate este funcție de înălțimea modelului și de materialul acestuia (metalic sau de lemn), neputînd depăși 3°; aceasta poate fi pozitivă (la $g \leqslant 8$ mm), negativ-pozitivă ($8 < g < 12$ mm) și negativă ($g > 12$ mm). **A.T.** la zona de contact a piesei cu maselotele depind de diametrul sau grosimea $g$ a maselotei; pentru $g = 500$ mm adaosul este de 24 mm.

**ADAOSURI (METALICE ȘI NEMETALICE)** elemente sau materiale solide adăugate în procesul de elaborare a metalelor sau aliajelor pentru a influența procesul sau pentru a modifica proprietățile produsului obținut. De ex., la elaborarea oțelurilor pentru accelerarea oxidării elementelor însoțitoare rămase în baia metalică, în special pentru decarburare, se folosește ca material de adaos bogat în oxigen: minereu de fier, arsură de fier, zgură sudată și minereu de mangan. De asemenea, pentru a obține oțeluri cu proprietăți speciale, în timpul procesului de elaborare sau în oala de turnare se adaugă diferite metale sau aliaje ca: nichel, cupru, feromangan, ferosiliciu, ferotitan, aliaj complex cu B, Zr și V etc. Denumirea de **A.M.** este atribuită și unor deșeuri feroase din care — prin topire — se recuperează fierul. Acestea sînt zgurile de la cuptoarele Martin, țunderul de la laminoare, așchiile, cenușile de pirită și praful de furnal.

**ADERENȚĂ,** defect sub formă de zonă grosolană, rugoasă, pe suprafața pieselor turnate, ca rezultat al pătrunderii metalului lichid *(aderență mecanică)*, al pătrunderii produselor lichide rezultate din interacțiunea dintre oxizii de la suprafața metalului și

amestecul de formare *(aderență chimică)*, în porii amestecului de formare sau al topirii amestecului de formare (refractaritate mică) care aderă la piesa turnată *(aderență termică)* (fig. A.2). Cauzele posibile

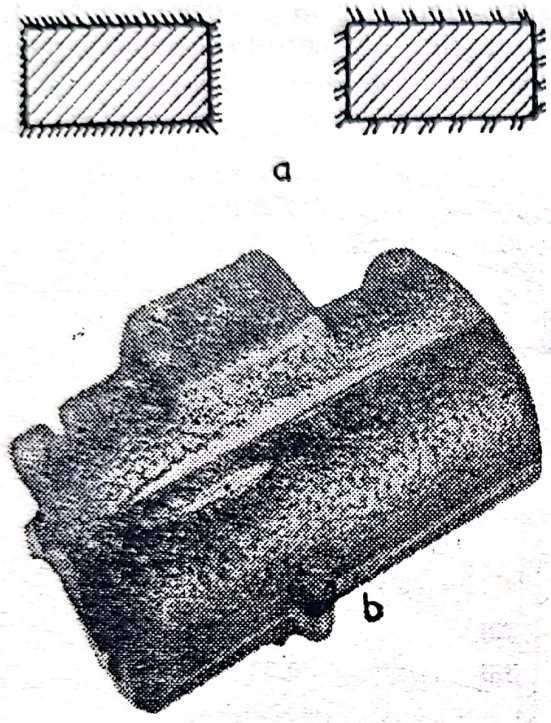



**Fig. A. 2.** Aderență:
*a* — reprezentare schematică; *b* — aderență chimică.

ale apariției defectului privesc : amestecul de formare (îndesare sau refractaritate insuficientă; granulația mare a nisipului; exces de liant), metalul lichid turnat (temperatură de turnare mai înaltă decît cea indicată, presiuni statică și dinamică mari, tensiune superficială mică) și vopseaua de calitate slabă sau vopsirea incorectă.

**AERATOR,** utilaj folosit pentru afînarea materialelor și amestecurilor de formare pentru turnătorii, în vederea îmbunătățirii proprietăților lor tehnologice (fig. A.3). Pot fi cu rotor sau cu bandă. Afînarea se realizează prin antrenarea cu viteză mare a amestecului de formare folosit cu ajutorul unui rotor sau cu paletele benzii și proiectarea acestuia pe o placă de impact.

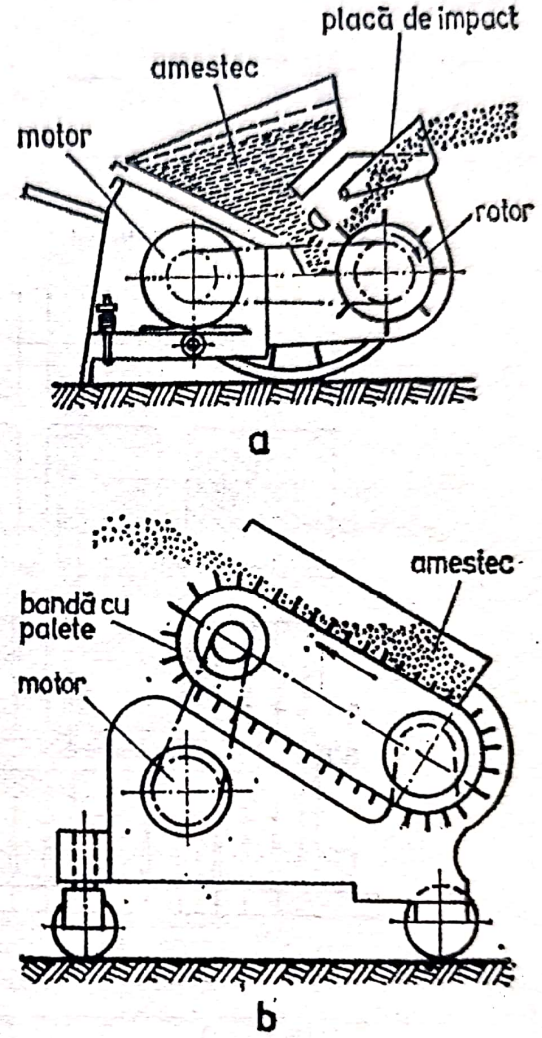
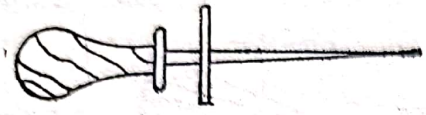



**Fig. A. 3.** Aeratoare:
*a* — cu rotor; *b* — cu bandă.

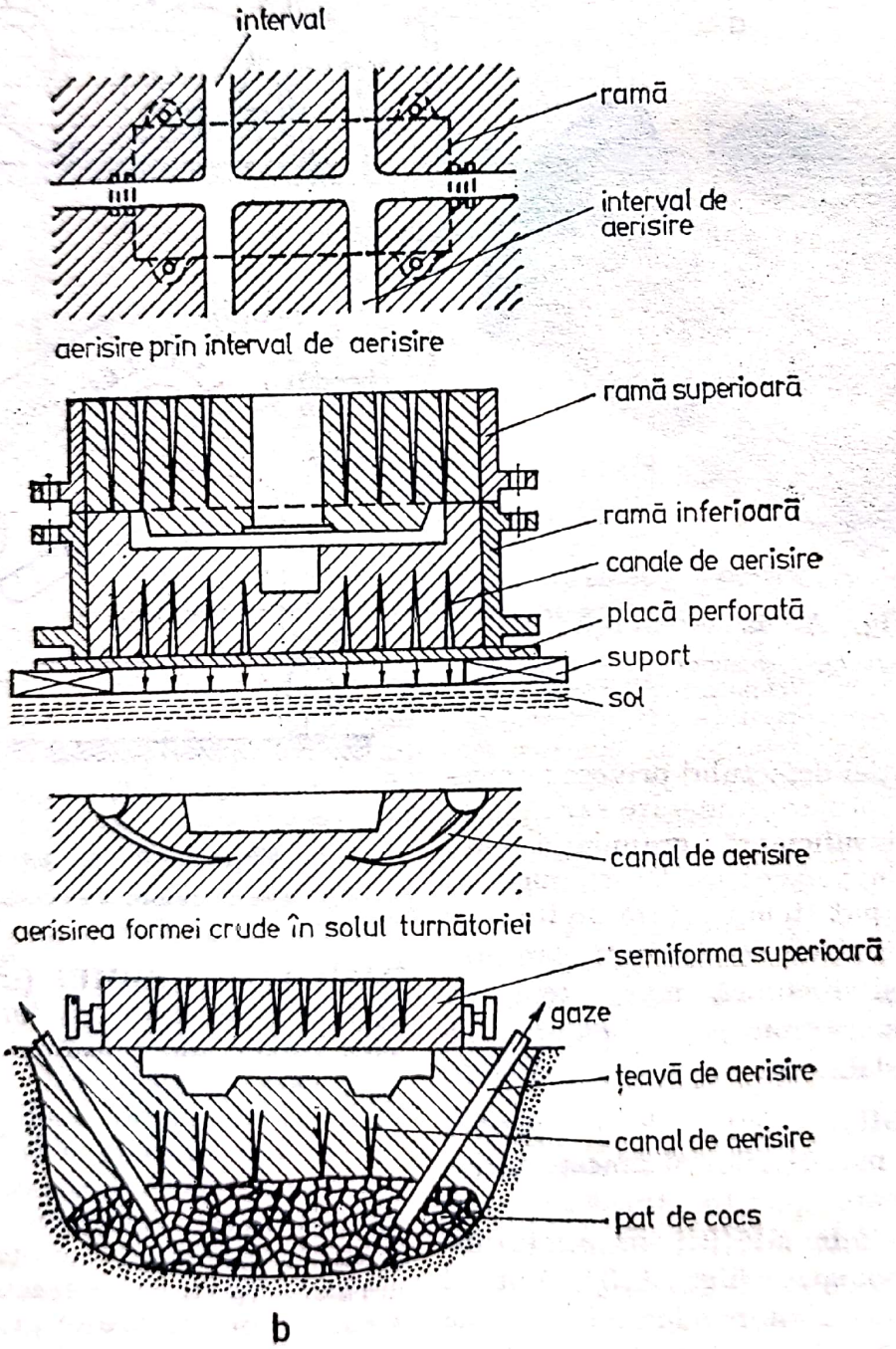
**AERISIREA FORMEI** (sau **MIEZURILOR**), executare în forme și mieziuri a unor canale (canale de aerisire), prin care se evacuează gazele degajate la contactul metalului lichid cu cavitatea formei și la solidificarea în formă. Gazele se pot elimina și datorită proprietății de permeabilitate la gaze a amestecurilor de formare din care este executată forma. Canalele de aerisire se prevăd pentru a asigura condiții cît mai bune de

Scanned with OKEN Scanner

evacuare a gazelor din formă. În cazul ramelor superioare **A.F.** se realizează executînd în formă prin înțepare cu o sculă specială (fig. A.4, *a*) canale (5—15 canale/dm²) cu diametrul de 3—10 mm, în funcție de suprafața deschiderii ramei. Deoarece ramele inferioare ale formelor așezate pe sol nu au condiții de evacuare a gazelor, se adoptă variantele prezentate în fig. A.4, *b*. În miezurile simple canalele de aerisire se realizează cu vergele de oțel drepte. La miezurile cu configurație complexă aerisirea se realizează introducînd în acestea șnururi de aerisire din



a




b

**Fig. A. 4.**

Scanned with OKEN Scanner

ceară, cu diametrul de 1—20 mm și greutatea de 0,003 — 0,220 kg/m liniar, care la uscare se topesc formînd în interiorul miezurilor canale de aerisire. În cazul miezurilor masive, aerisirea se realizează cu ajutorul unor cavități de aerisire sau cu bucăți de cocs introduse în partea centrală a miezului și care comunică cu exteriorul prin canale de aerisire (fig. A.5).

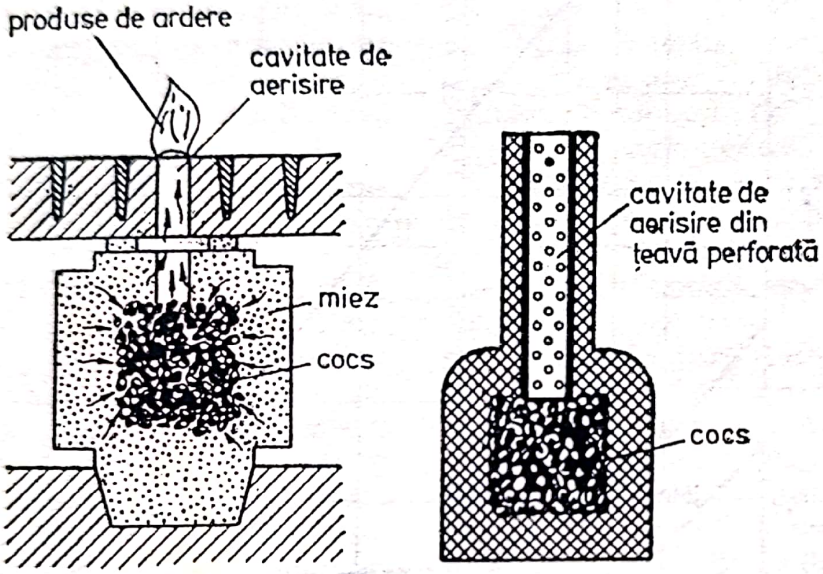



**Fig. A. 5.** Variante de aerisire a miezurilor mari.

**AER ÎMBOGĂȚIT ÎN OXIGEN,** aer cu conținut de oxigen mai mare de 21% volumice (cît există în aerul din mediul înconjurător) folosit pentru intensificarea proceselor în metalurgia extractivă.

**AFINARE,** operație de îndepărtare totală sau parțială, prin oxidare, a unor elemente din baia metalică a unui aliaj, oxizii rezultați urmînd a trece în zgură sau în atmosfera cuptorului. Oxidarea elementelor dintr-un aliaj se realizează prin introducerea în baia metalică a unor materiale oxidante (oxizi metalici, săruri oxidante), aer, oxigen sau vapori de apă. Ordinea de oxidare a elementelor din baie este funcție de afinitatea (căldura de formare pentru un mol de oxid raportată la 1 kg de oxigen intrat în reacție) acestora pentru oxigen. Elementele cu afinitate mai mare se oxidează la început. La elaborarea oțelului, ordinea de oxidare a elementelor din fontă (în funcție de afinitatea pentru oxigen) este următoarea: Si, Mn, P, Fe, C. În realitate la început are loc oxidarea fierului, deoarece acesta se află într-o cantitate foarte mare față de celelalte elemente. Oxidul feros rezultat este solubil în baia de fontă sau de oțel, oxidînd celelalte elemente. Variația conținutului procentual al elementelor dintr-un aliaj, în timpul **A.** este reprezentată în *diagrama de afinare* (fig. A.6) folosită, mai ales, la elaborarea oțelurilor în convertizoare. De obicei, variația compoziției chimice a elementelor care suferă transformări se înscrie pe ordonată, iar timpul este înscris pe abscisă.

La elaborarea oțelurilor **A.** se realizează cu ajutorul aerului, minereurilor de fier și oxigenului. Termenul se folosește, în special, în metalurgia oțelului.

**afinarea cu aer** utilizează pentru oxidarea elementelor dintr-un aliaj oxigenul din aer. Operația durează relativ puțin și are loc în convertizoare cu aer, asemănătoare constructiv cu cele folosite la elaborarea oțelurilor sau în metalurgia cuprului. De obicei aerul suflat trece prin interiorul băii metalice, de jos în sus sau lateral. Este posibilă însă și suflarea aerului deasupra băii.

**afinarea cu minereu** utilizează pentru oxidarea elementelor dintr-un aliaj minereu sub formă de oxid. În cazul elaborării oțelurilor se folosesc minereuri de fier. Oxizii de fier din zgura formată difuzează în baia metalică oxidînd elementele acesteia. Operația decurge relativ încet.

**afinarea cu oxigen** folosește oxigenul gazos pentru oxidarea elementelor dintr-un aliaj. Oxigenul gazos, cu un grad de puritate de 99,5% se pune în contact cu baia metalică prin suflare deasupra băii, în baie sau pe la partea inferioară, de jos în sus: Operația are loc rapid. Se aplică, în special, la elaborarea oțelurilor în convertizoare cu oxigen, în cuptoare electrice cu arc sau în cuptoare Siemens-Martin.

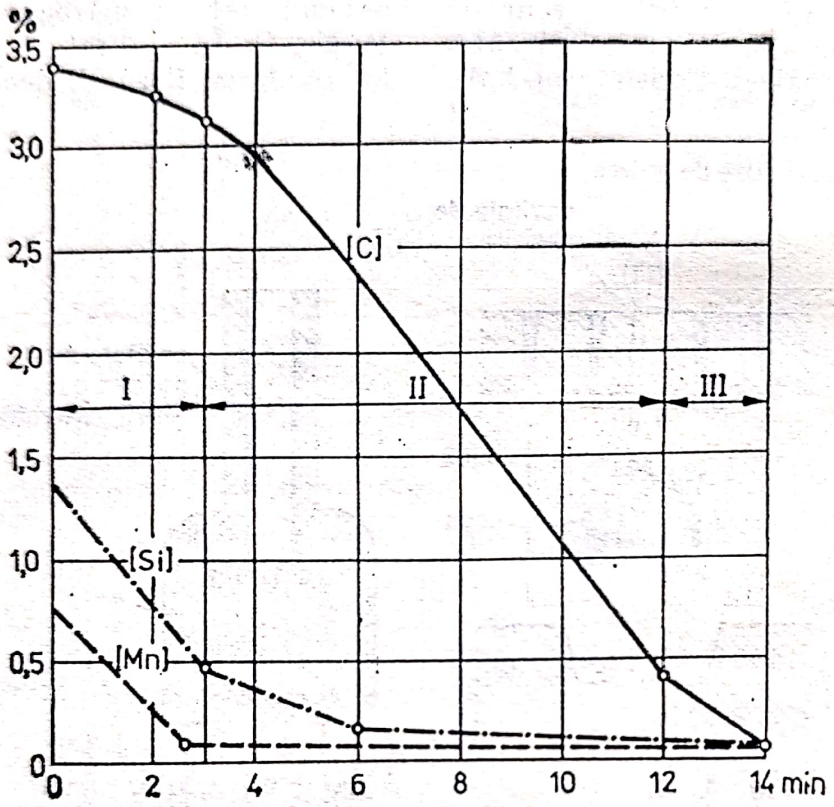



**Fig. A. 6.**

**AGĂȚAREA COLOANEI DE MATERIALE,** deranjament în funcționarea furnalului constînd în oprirea completă a coborîrii încărcăturii, datorită blocării materialelor în cuvă și în pîntecele furnalului. Este o agravare a mersului greu al furnalului.

**AGLOMERARE,** operație de transformare în bucăți a minereurilor mărunte, în stare naturală sau concentrate, prin sinterizarea particulelor sub acțiunea căldurii. Se poate realiza fie prin aspirație (aspirarea

aerului prin stratul de materiale încărcate pe un grătar) fie prin punerea minereului în contact direct cu flacăra și gazele arse. Primul procedeu poate fi continuu *(aglomerare pe bandă Dwight-Lloyd* sau *pe mese rotative)* sau discontinuu *(aglomerare în cutii de tip Greenwalt)*; al doilea procedeu are loc în cuptoare rotative și în cuptoare cu strat fluidizat. În cazul *aglomerării prin aspirație*, căldura este produsă prin arderea unui combustibil solid introdus în amestecul de aglomerare care constă din minereuri mărunte de fier sau de mangan, combustibil solid (cocs măcinat sub 3 mm) și fondant (calcar, dolomită sau var măcinat sub 3 mm). La **A.** concentratelor sulfuroase (concentrate de galenă, blendă și pirită), rolul combustibilului îl are sulful din sulfuri. În cursul **A.**, pe lîngă sinterizarea particulelor, au loc și o serie de transformări chimice, în urma cărora se elimină o parte a elementelor dăunătoare (sulful, arsenul etc.). Prin aceasta, produsul rezultat, aglomeratul, devine superior minereului din care s-a format atît din punct de vedere al compoziției granulometrice, cît și al compoziției chimice.

constituit dintr-un cilindru de tablă, căptușit cu șamotă, avînd o înclinare de 3—4° către capătul de descărcare. Cuptoarele de acest tip au diametrul interior cuprins între 3—4 m, lungimea între 60—80 m și se rotesc cu 1—2 rot./min. Încălzirea se face pe la capătul de evacuare, cu unu-două arzătoare cu gaz, păcură sau cărbune pulverizat, iar evacuarea gazelor, pe la capătul de încărcare. În zona de temperaturi maxime se realizează 1300—1400°C. Aglomeratul se obține datorită înmuierii componenților mai ușor fuzibili, formîndu-se bulgări compacți de 10—60 mm. Față de aglomerarea pe bandă Dwight-Lloyd, **a. în c.r.** prezintă o serie de dezavantaje: productivitate mică, aglomerat mai greu reductibil, consum mai mare de combustibil, dificultăți de exploatare datorită formării de lipituri, durabilitate mică a căptușelii refractare, ceea ce provoacă numeroase staționări; permite însă aglomerarea minereurilor foarte fine și realizează o îndepărtare a sulfului și arsenului mai avansată. **aglomerare în cutii de tip Greenwalt,** (fig. A.7), procedeu de aglomerare a minereurilor de fier în cutii metalice speciale, denumite cutii Greenwalt.

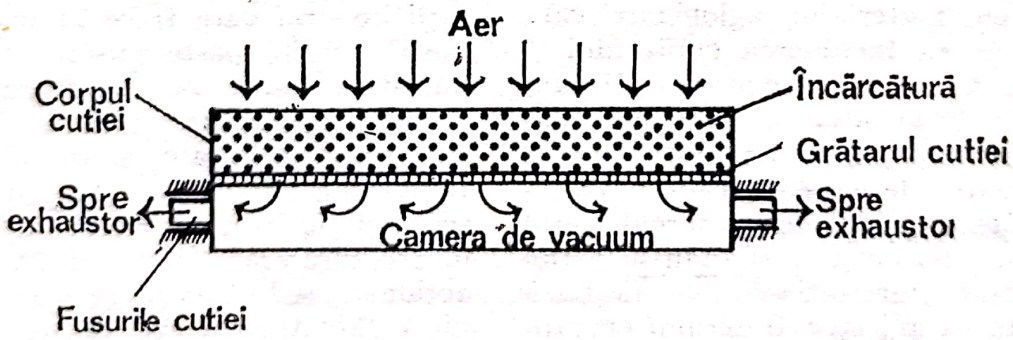



**Fig. A. 7.**

**aglomerare în cuptor rotativ,** procedeu de aglomerare aplicat, în special, minereurilor de fier mărunte și foarte umede (pînă la 30% umiditate). Are loc într-un cuptor rotativ

Cutia, din fontă turnată sau din oțel are forma dreptunghiulară, cu lungimea de 5—9 m și lățimea de 2,5—4 m. Fundul cutiei este format din bare metalice mobile, care formează gră-

tarul cutiei și se montează la o adîncime de 200—350 mm. Amestecul de aglomerare se încarcă într-un strat de 200—300 mm. După încărcare se face aprinderea la suprafața încărcăturii, concomitent cu crearea unei depresiuni sub grătarul cutiei care prin arderea combustibilului solid produce aglomerarea minereului. Spațiul de sub bare este pus în legătură cu exhaustorul prin pivoți de sprijin; aceștia fiind tubulari, cutia se poate roti în jurul lor, permițînd descărcarea aglomeratului. Procesul de aglomerare durează 10—20 min, în funcție de materia primă, iar consumul total de energie electrică este de 15—18 kWh/t.

**aglomerare în strat fluidizat,,** procedeu de aglomerare la care se supun minereurile de fier foarte fine. Se realizează într-un cuptor vertical, care are la partea superioară un dispozitiv special pentru introducerea materialului care se supune aglomerării (minereu de fier sau praf de furnal) și prin care se evacuează produsele de ardere din cuptor. Transportul materialului din buncărul de alimentare la cuptorul de aglomerare se face pneumatic. La partea inferioară cuptorul este prevăzut cu o placă rotativă care realizează împreună cu materialul aglomerat care cade pe ea închiderea cuptorului și totodată evacuarea materialului din cuptor. Tangențial în peretele cilindric al cuptorului se găsește montat un arzător de gaze. În cădere, materialul este reținut de un curent spiral de gaze fierbinți, formîndu-se astfel un strat fluidizat. Gazele fierbinți rezultă ca amestec al aerului cu produsele de ardere a combustibilului introdus prin arzătorul montat în zona inferioară, astfel orientat încît să creeze o mișcare în spirală. Particulele mici de minereu se încălzesc pînă la temperatura de înmuiere, iar prin lovire între ele, se lipesc unele de altele și cad pe fundul rotativ al cuptorului. Acest procedeu cunoscut încă din 1935, n-a reușit să depășească faza de instalație experimentală pilot, realizată în Franța, cu o productivitate de cca 0,5 t/m³.

**aglomerare pe bandă Dwight-Lloyd,** (fig. A.8), procedeu de aglomerare care prelucrează amestec de aglomerare constînd din minereuri mărunte sau concentrate feroase, combustibil solid (cocs măcinat sub 3 mm) și fondant (calcar, dolomită sau var, măcinate sub 3 mm) sau concentrate sulfuroase și fondant. În cazul aglomerării minereurilor feroase, combustibilul solid este aprins cu ajutorul flăcării unui cuptor de aprindere, situat deasupra amestecului de aglomerare. Aerul de combustie și gazele rezultate din ardere sînt aspirate pe la partea de jos, prin grătar. Astfel, datorită aspirației, zona de ardere se deplasează în jos, arderea terminîndu-se la nivelul grătarului. La un moment dat, în stratul de material de pe mașina de aglomerare se disting: zona superioară (în care se află aglomerat), zona de ardere (în care se produce aglomerarea) și zonele de preîncălzire și uscare a amestecului de aglomerare. În vederea micșorării cantității de praf care trece în instalația de absorbție, peste grătar se așază un strat uscat de aglomerat (pat de protecție) cu granulația de 10—25 mm, rezultat de la clasarea aglomeratului. Căldura dezvoltată prin arderea combustibilului solid încălzește încărcătura la 1300—1400°C. Sub acțiunea reducătoare a carbonului din încărcătură, a oxidului de carbon și a hidrogenului din gaze se formează oxid feros și oxid magnetic de fier, conform reacțiilor:

$$3Fe_2O_3 + C = 2Fe_3O_4 + CO;$$
$$Fe_3O_4 + C = 3FeO + CO;$$
$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2;$$
$$Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2.$$

Scanned with OKEN Scanner

În prezența dioxidului de siliciu din sterilul minereului, oxidul feros formează faialitul, conform reacției ($2FeO + SiO_2 = Fe_2SiO_4$) care este un silicat de fier greu reductibil. Datorită adaosului de calcar, var sau dolomită în încărcătură, reacția de formare a faialitului este frînată din cauza prezenței oxidului de calciu, față de care dioxidul de siliciu are o afinitate mai mare decît față de oxidul feros. În acest caz sînt favorizate reacțiile:

$$CaO + SiO_2 = CaSiO_3;$$
$$Fe_2SiO_4 + 2CaO = Ca_2SiO_4 + 2FeO;$$
$$Fe_2SiO_4 + CaO = CaFeSiO_4 + FeO,$$

rezultînd compuși mai ușor reductibili în furnal. Operația se realizează în *mașina de aglomerare cu bandă Dwight-Lloyd* (fig. A.9). Aceasta

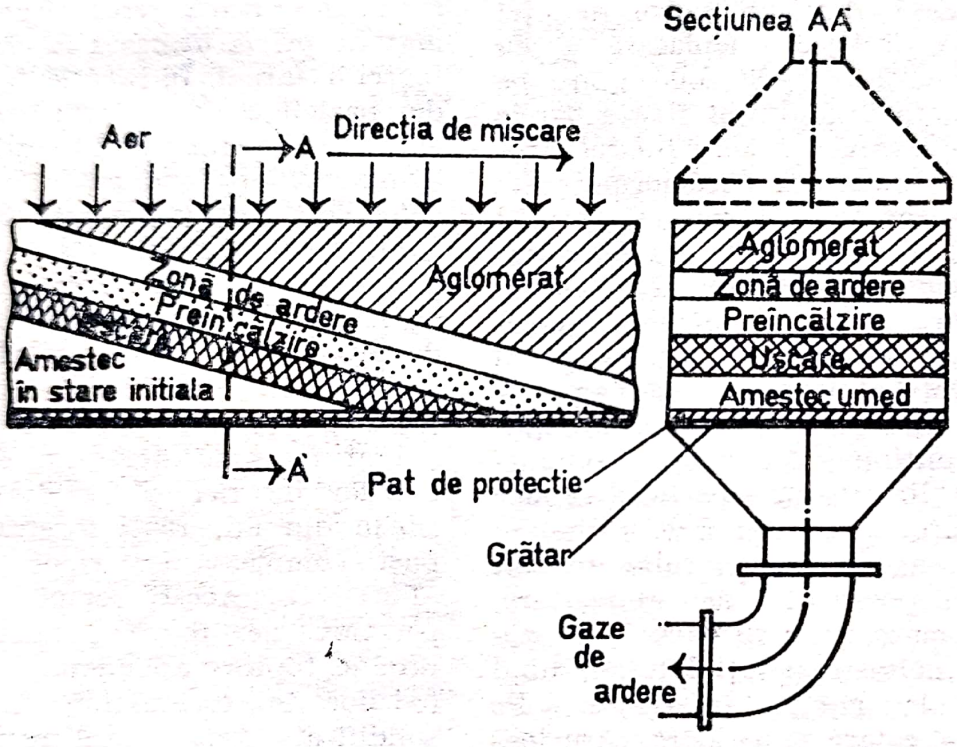



Fig. A. 8.

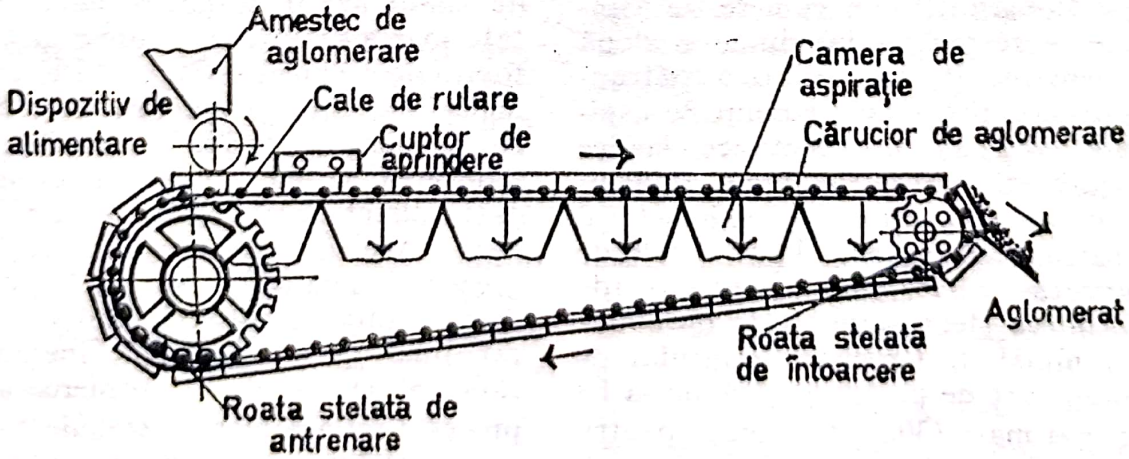



Fig. A. 9.

constă dintr-o bandă continuă alcătuită din cărucioare mobile, care au numai pereți laterali. Căile de rulare a cărucioarelor sînt fixate pe un schelet metalic; calea de rulare superioară este perfect orizontală, iar cea inferioară are o înclinare de 3—4° spre capătul de alimentare. Banda are un cap de întoarcere prevăzut cu ghidaje pentru cărucioare și un cap de antrenare cu roți stelate. Căruciorul de aglomerare constă dintr-un cadru de oțel cu patru role de deplasare și cu pereți înalți de 300—600 mm; pe cadrul căruciorului sînt fixate barele grătarului, care alcătuiesc fundul căruciorului. Lungimea căruciorului este de 1 m, iar lățimea variază între 2 și 5 m; distanța între barele grătarului este de 2—4 mm. La capătul din stînga al benzii se află dispozitivele de alimentare pentru patul de protecție al benzii și pentru amestecul de aglomerare; acestea funcționează continuu. Aprinderea combustibilului din stratul superficial se face cu ajutorul unui cuptor de aprindere așezat deasupra căruciorului imediat după dispozitivele de alimentare, încălzit cu gaz sau cu păcură. Cuptorul are boltă și pereți laterali, fiind deschis la partea inferioară. Pe calea de rulare superioară cărucioarele trec pe deasupra camerelor de aspirație situate pe toată lungimea căii. Lungimea unei camere de aspirație corespunde lungimii a două cărucioare. Pentru evitarea pătrunderii aerului fals în sistemul de aspirație, un șir de plăci metalice elastice asigură etanșarea. Camerele de aspirație fac legătura cu exhaustorul benzii de aglomerare. În camerele de aspirație aflate sub cuptorul de aprindere depresiunea este de 600—700 mm$H_2O$. Grosimea stratului de aglomerare de pe bandă trebuie să fie cît mai mare (300—400 mm), pentru asigurarea unei utilizări bune a căldurii și a unei productivități mari. Aglomeratul se evacuează de pe bandă prin răsturnarea cărucioarelor. Mașina cu cea mai mare capacitate funcționează la uzina Kimitsu din Japonia și realizează o producție de 20 000 t aglomerat/zi.

**AGLOMERAT,** produs de formă granulară neregulată, rezultat în urma operației de aglomerare a minereurilor mărunte (sub 10 mm), în special, a celor de fier și mangan, fiind în ultima vreme principala materie primă utilizată la elaborarea fontei în furnal. În funcție de indicele de bazicitate poate fi: aglomerat acid (aglomerat fără fondant) și aglomerat autofondant.

**aglomerat acid (aglomerat fără fondant),** aglomerat cu indice de bazicitate sub 0,8. La obținerea acestui aglomerat sînt favorizate condițiile de producere a faialitului ($Fe_2SiO_4$), caracterizat printr-o temperatură joasă de topire, care împreună cu oxidul feros rezultat din reducerea oxizilor de fier și cu dioxidul de siliciu din minereuri formează compuși complecși de tipul $Fe_2SiO_4 \cdot FeO \cdot SiO_2$. Acești compuși au temperaturi de topire scăzute care produc topirea abundentă a tuturor oxizilor din încărcătură, încît după solidificare aglomeratul rezultat are o rezistență mecanică foarte mare. Un aglomerat cu un conținut ridicat de faialit are în furnal o reductibilitate foarte scăzută și temperatură de topire de asemenea scăzută. Deoarece materialul ajunge neredus în zonele cu temperaturi înalte ale furnalului, reducerea se face în cea mai mare parte direct pe seama carbonului din cocs. Aceste dezavantaje datorate prezenței faialitului sînt mai mari decît avantajul realizării unui aglomerat final cu o rezistență mecanică ridicată. De aceea, la obținerea **a.a.,** procesul de aglomerare trebuie astfel condus, încît să se evite cît mai mult formarea abundentă a oxidului feros,

Scanned with OKEN Scanner

care determină la rîndul său formarea abundentă a silicaților de fier.

**aglomerat autofondant,** aglomerat cu indice de bazicitate cuprins, de obicei, între 0,8—1,3. Este denumit și *bazic,* atunci cînd indicele de bazicitate este cuprins între 1,3—2,0 sau *suprabazic* cînd indicele de bazicitate este mai mare decît 2,0. Se obține prin adăugarea în amestecul de aglomerare a unui fondant (calcar, dolomită sau var). Prezența oxidului de calciu împiedică formarea silicaților de fier astfel încît conținutul de faialit este redus la minimum, ceea ce face ca **a.a.** să aibă o reductibilitate ridicată în furnal. Are rezistență mecanică redusă datorată faptului că, la răcire, unii silicați de calciu își măresc volumul. De asemenea, în aglomerat rămîn particule de CaO necombinate care, în contact cu apa, se transformă în hidroxid de calciu cu mărire de volum, ceea ce conduce la fisurarea și fărîmițarea bulgărilor de aglomerat. Din această cauză **a.a.** nu trebuie răcit cu apă și nici depozitat mai mult de 16—24 ore în aer liber. Avantajele considerabile pe care le oferă în funcționarea furnalelor au făcut ca producerea **a.a.** să ia amploare, întreprinderile recent puse în funcțiune sau în curs de proiectare și construire fiind prevăzute cu instalațiile necesare fabricării lui.

**AGRICOLA, GEORG (GEORG BAUER)** (n. 24 mart. 1494, Glauchau, Saxonia — m. 21 nov. 1555, Chemnitz, Saxonia), mineralog german. Studii de medicină în Germania și Italia. Cunoscut ca „părintele mineralogiei". S-a ocupat de studiul mineralelor (a clasificat minereurile), de metalurgie, de probleme legate de minerit. A descris și a ilustrat unele procese metalurgice : elaborarea oțelului, amalgamarea aurului ș.a. **Op. pr. :** *Bermannus sive de re metallica* (1530), *De veteribus et novis metallis,* libri II (1546), *De re metallica,* libri XII (postum, 1556).

**AJUSTARE,** operație pe baza căreia la unele cuptoare de elaborare a metalelor și aliajelor (în special, la cuptoarele de elaborare a oțelurilor), se repară anumite părți interioare uzate (vatră, pereți). Se execută după fiecare evacuare a aliajului din cuptor.

**ALACRIT,** aliaj pe bază de carburi de crom, wolfram și cobalt. Este rezistent la uzură și la coroziune. Sînt de mai multe tipuri și au următoarea compoziție chimică : 55—65% Co, 27—30% Cr, 5—13% W și 1—2% C.

**ALAMĂ,** denumire generală dată aliajelor Cu—Zn, care pot fi aliate cu diferite elemente de aliere (Mn, Si, Ni, Al, Pb, Fe). În caz de aliere termenul se completează cu numele elementului principal de aliere (de ex. alame cu mangan, alame cu siliciu etc.). În fig. A. 10 este reprezentată diagrama de echilibru Cu—Zn. Structurile cu interes practic sînt bazate pe fazele $\alpha$ și $\beta'$. Faza $\alpha$ se distinge prin proprietăți înalte de plasticitate, iar faza $\beta'$ prin duritate, rezistență și fragilitate. Asocierea celor două faze determină apariția unor proprietăți intermediare. Alamele $\alpha$ se utilizează sub formă de produse deformate plastic, iar alamele $\alpha + \beta'$ sub formă turnată. Utilitate practică în tehnică au **A.** cu pînă la 45% Zn. *Alamele cu mangan* (pînă la max. 5% Mn) au caracteristici mecanice mai înalte decît ale alamelor binare simple, se prelucrează bine la cald și la rece și sînt rezistente la coroziune (în apă de mare, în cloruri, în abur supraîncălzit). Se utilizează la piese antifricțiune (lagăre, bucșe etc.), piese de nave (armături, elice etc.) ș.a. *Alamele cu siliciu* (14—18% Zn ; 0,6—3,5% Si) mai pot conține pînă la 1,5% Mn și 3,4% Ni. Siliciul crește caracteristicile mecanice, rezis-

Scanned with OKEN Scanner

tența la coroziune în apa de mare și în atmosferă marină și sudabilitatea aliajelor Cu—Zn simple. Se utilizează pentru armături, roți dințate și alte piese, care lucrează în atmosferă sau apă de mare și pentru lagăre și

Aluminiul le conferă refractaritate și rezistență la coroziune. Se utilizează la armături, bucșe, lagăre, piese care lucrează în apa de mare etc. *Alamele cu nichel* (2—6% Ni) mai pot conține, uneori, 0,3—0,7%

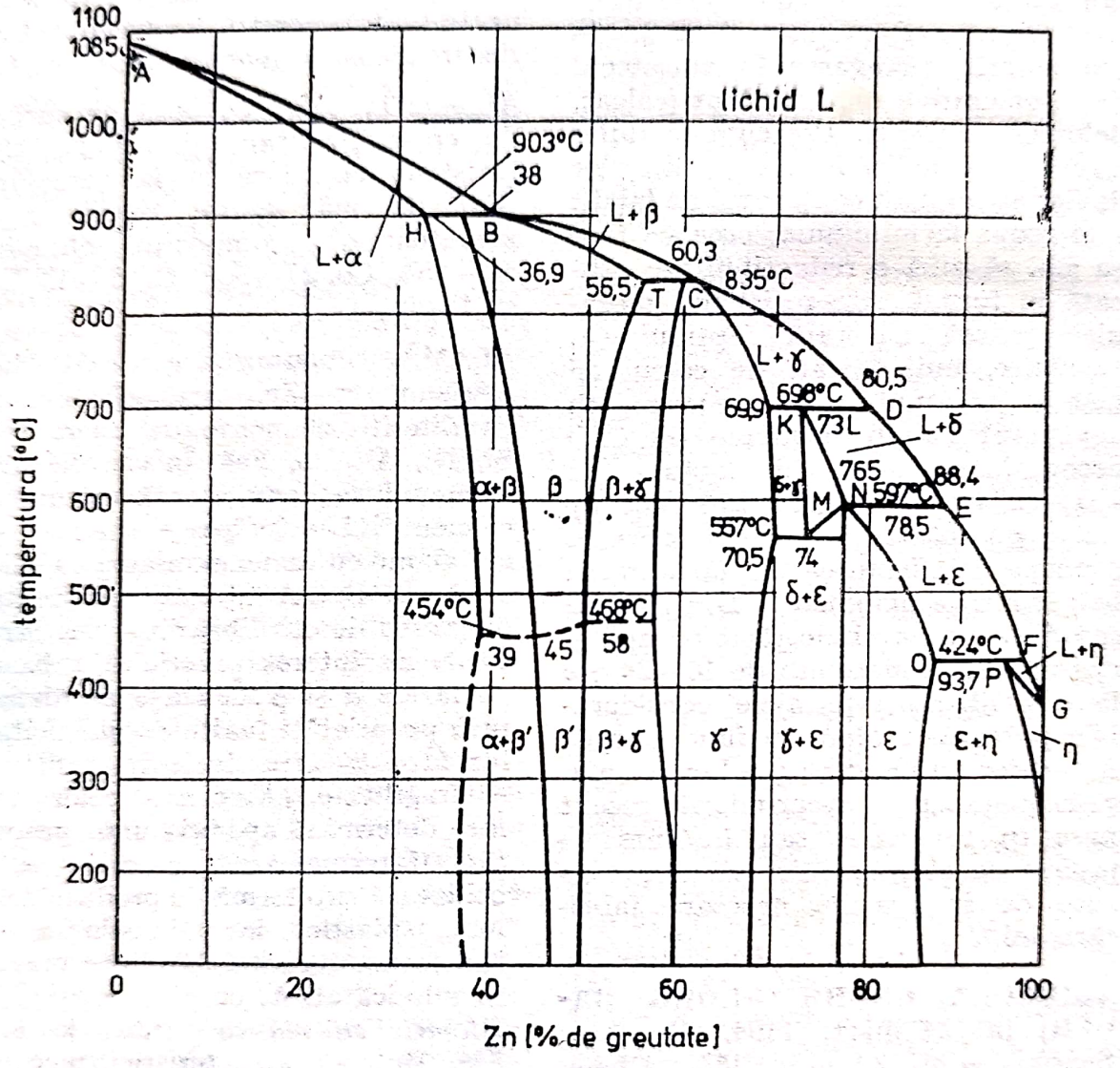



**Fig. A. 10.**

bucșe turnate. *Alamele cu plumb* sînt cunoscute și sub numele de *Münz-metal* sau de *automate*. Au înalte proprietăți antifricțiune și se prelucrează ușor. Se utilizează pentru lagăre încărcate cu presiune specifică mare. *Alamele cu aluminiu* (1—7% Al) mai pot conține pînă la : 4% Fe, 2,5% Mn și, mai rar, 0,7% Sn. Mn, 1,5—3,5% Al și 0,3—0,7% Si. Sînt rezistente la uzură, la coroziune (în mediul ambiant, în apa de mare, în mediu de bacterii), au caracteristici mecanice înalte, se prelucrează bine prin deformare plastică la cald și la rece. Se utilizează sub formă de platbande, țevi, table, benzi, sîrme, în medii corozive. Alamele cu mai

mult de 80% Cu, cu înalte proprietăți de plasticitate sînt cunoscute sub numele de *tombac*.

**ALCOOL FURFURILIC**, ($C_4H_3OCH_2$—OH), alcool obținut prin hidrogenarea selectivă a furfurolului. Lichid gălbui, cu p.f. 170°C și densitatea 1,13 kg/dm³ la 20°C. Polimerizează la cald (190—240°C). La temperatura obișnuită se autoîntărește în prezența catalizatorilor, fiind folosit ca liant, în special, în amestecurile de formare pentru executarea miezurilor-coajă în cutii calde.

**ALDURO**, aliaj de aluminiu, magneziu și siliciu susceptibil de a-și mări rezistența și duritatea prin călire și îmbătrînire. Conține 0,6—0,8% Mg, 0,5—0,65% Si și rest % Al. Are largă utilizare la fabricarea conductorilor electrici aerieni. Se deformează plastic la cald, la temperaturi cuprinse între 360 și 510°C. Călirea se face prin încălzire la 510—560°C și răcire în apă. După călire aliajul este supus unei îmbătrîniri artificiale, menținîndu-l la o temperatură de 150—160°C timp de 6—12 h. Se obține astfel un material cu rezistență de rupere la tracțiune pînă la 35 daN/mm² și duritatea $HB = 70$ daN/mm², datorită formării fazei $Mg_2Si$.

**ALIAJ**, sistem lichid sau solid, omogen sau eterogen, format în special, din două sau mai multe metale sau, de asemenea, din metale și diferite nemetale. Odată cu dezvoltarea tehnicii noțiunea s-a extins și asupra materialelor metalice semiconductoare. Se obțin, în general, prin topire; aliajele obținute prin alte procedee (electroliză, condensare, sublimare ș.a.) poartă numele de *pseudoaliaje*. **A.** se clasifică după diferite criterii: după numărul de componenți pot fi: bicomponente (formate din doi componenți), tricomponente etc.; după numărul de faze pot fi: monofazice (formate dintr-o singură fază), bifazice, trifazice etc.; după metalul de bază pot fi: cu bază de fier (oțeluri sau fonte) sau de metale neferoase (bronzuri, alame, de Al etc.); după elementul principal de aliere pot fi: oțel cu W, V, Mo etc., bronz cu Al, Cr, Be etc.; după proprietăți și utilizări pot fi: antifricțiune, refractare, rezistente la temperaturi înalte, rezistente la uzură, ușoare și foarte ușoare, stabile chimic etc., iar după tehnologia de prelucrare pot fi: turnate, deformate plastic și obținute prin metalurgia pulberilor. **A.** sînt denumite după compoziția chimică (de ex.: nicrom), după proprietăți speciale (de ex.: invar, constantan), după numele descoperitorului (de ex.: Wood, Melchior, Monel) sau după numele firmei care a aplicat pentru prima oară procedeul (de ex.: fier Armco). Studiul **A.** s-a dezvoltat după trasarea diagramelor de echilibru (de stare) a sistemelor bi- și policomponente, prin care se descrie interacțiunea componenților sistemului (cu formarea de soluții solide, compuși, amestec mecanic, cu sau fără transformări de fază) și după trasarea diagramelor compoziție-proprietăți și microstructură. Proprietățile **A.** se determină după compoziția chimică și structură, care depind de condițiile de cristalizare și răcire, de prelucrare mecanică și termică. Prin încălzire și răcire structura **A.** se schimbă. Cunoașterea condițiilor în care au loc transformările de fază permite determinarea posibilităților de tratament termic (călire, revenire, recoacere de îmbătrînire).

**aliajele de aluminiu**, toate aliajele tehnice pe bază de Al, se pot clasifica în deformabile (prin extrudare, laminare, matrițare) și pentru turnare. *Aliajele de aluminiu deformabile* se clasifică în durificabile și nedurificabile (Al—Mn și Al—Mg) prin tratament termic. Cea mai largă grupă

Scanned with OKEN Scanner

de aliaje de aluminiu deformabile este grupa aliajelor numite→*duraluminiu*. *Aliajele de aluminiu pentru turnare* pot fi cu rezistență medie și mare, cu rezistență la temperaturi înalte și anticorosive. După elementul principal de aliere se clasifică în: Al—Cu (4—11% Cu), Al—Si (1,8—19% Si), Al—Mg (2—10,5% Mg) și Al—Zn (4,5—12% Zn). Caracteristicile lor mecanice variază în limite largi. La aliajele Al—Cu: $\sigma_r = 11-27$ daN/mm², $\delta = 0,5-2,5\%$ și $HB = 50-110$; aliajele Al—Mg: $\sigma_r = 13-24$ daN/mm²; aliajele Al—Zn: $\sigma_r = 17-24$ daN/mm², $\delta = 1-3\%$ și $HB = 60-85$. Se utilizează la executarea pieselor turnate pentru construcții de mașini (pistoane și chiulase, tambure de frînă, carcase etc.), rezistente la coroziune (la agenți atmosferici, în apă de mare, soluții alcaline diluate etc.) ș.a. **aliajele de nichel** sînt utilizate ca materiale electrotehnice, rezistente la coroziune, la temperaturi înalte și refractare. *Aliajele de nichel electrotehnice* conțin 2,5—5% Mn (se utilizează sub formă de sîrmă la bujiile motoarelor de automobile, tractoare și aeronave), crom (→ *cromel*), Al, Si, Mn (→ *alumel*). *Aliajele de nichel rezistente la coroziune* sînt de tip→ *monel*, → *inconel* și → *hastelloy*. *Aliajele de nichel rezistente la temperaturi înalte* (700—1100°C) conțin 17—20% Cr, ⩽ 5,0% Fe, 1,9—2,8% Ti, 2—5% W, 0,5—2,5% Al și 2—5% Mo), au rezistență mecanică mare la temperaturi înalte ($\sigma_r > 60$ daN/mm² la 700°C) și plasticitate ($\delta = 15-30\%$ la 20°C), după tratament termic. Se utilizează la executarea paletelor și discurilor de turbine cu gaz. *Aliajele de nichel refractare* conțin 15—29% Cr, ⩽ 8% Fe, 0,35—3,5% Al și, mai rar, W (13—16%), Nb (0,9—1,3%), Mo (1,8—2,3%). Se utilizează la executarea țevilor refractare din camera de ardere a gazelor de la turbine (care lucrează la 700—900°C).

**aliajele de plumb** cu valoare de întrebuințare aparțin sistemelor: Pb—Sb; Pb—Ag; Pb — metale alcaline sau alcalino-pămîntoase; Pb—Sb—Sn; Pb—Sb—As. *Aliajele Pb—Sb* conțin 0,3 — 20% Sb și rest % Pb și au diverse utilizări: învelișuri de cabluri, țevi, lagăre etc. *Aliajele Pb—Ag* conțin max. 3% Ag și alte elemente de aliere (5% Sn sau 0,5% Sb, Cd sau In). Au temperatura de topire cuprinsă între 295—300°C. Se utilizează ca aliaj de lipit. Dintre aliajele Pb — metale alcaline (Na) sau alcalino-pămîntoase (Ca, Li, Sr, Ba, Mg) importanță tehnică au *aliajele Pb—Na* și *aliajele Pb—Ca*, datorită proprietăților bune antifricțiune ca urmare a apariției în masa de bază moale de Pb a unor compuși ($Pb_3Na$, PbNa, $PbNa_2$, $Pb_2Na_5$ și $Pb_4Na_5$; respectiv, $Pb_3Ca$, $PbCa_2$, PbCa). Ele conțin 0,35—1,15% Ca, 0,1—0,7% Na; rest % Pb; mai conțin Mg (0,05—0,25%), Al (0,02—0,2%) și alte elemente (As, Sn, Li, Ba, Zn, Bi, Sr). Mai sînt cunoscute sub numele de *bahnmetal* datorită utilizării lor, mai ales, pentru vagoane și locomotive de cale ferată. *Aliajele Pb—Sb—Sn* conțin 12—28% Sb, 2—7,5 % Sn, rest % Pb și se utilizează în tipografii. *Aliajele Pb—Sb—As* conțin 11—16% Sb, 1—4,5% As, rest % Pb și la una din mărci 4,2—4,8% Sn; se utilizează în tipografii. Pentru folosirea ca înveliș la cablurile de înaltă tensiune, telefonice și submarine se introduce unul din elementele: Sb (0,5%), Cu (0,06%), Te (0,06%), Sn (2%) sau Sb (0,5%) + Cd (0,25%).

**aliajele de staniu** cu valoare de întrebuințare aparțin sistemelor: Sn—Pb; Sn—Zn; Sn—Sb; Sn—Pb—Zn, Sn—Sb—Cu; Sn—Pb—Sb. *Aliajele Sn—Pb* conțin 20—90% Sn și rest % Pb. Încep să solidifice la 216—266°C și sfîrșesc a se solidifica la 183°C.

Scanned with OKEN Scanner

Se utilizează la lipire moale (vase, aparatură, în electrotehnică, radiotehnică etc.). *Aliajele Sn—Zn* conțin 8—60% Zn, rest % Sn și, eventual, adaosuri (3—20% Al, 2—20% Cd, 5—20% Pb, 2—10% Cu, 0—3% Mg). Se utilizează la lipirea Al și aliajelor lui, a bronzurilor cu Be și la cositorie. *Aliajele Sn—Sb* conțin 3—26% Sb, rest % Sn și, uneori, 0—3% Ni sau 4—10% As; se utilizează ca aliaje antifricțiune. *Aliajele Sn—Pb—Zn* conțin 1—25% Pb, 5—33% Zm, rest % Sn și diferite adaosuri: Al (3—13%) și Cu (1—3%). Se folosesc ca aliaje de lipit moi pentru îmbinarea Al și Cu. *Aliajele Sn—Sb—Cu* conțin 4—18% Sb, 2,5—10% Cu, rest % Sn. Au $\sigma_r = 9—12$ daN/mm², $\delta = 6—18\%$, $HB = 25—32$ și se utilizează ca aliaje antifricțiune. *Aliajele Sn—Pb—Sb* conțin 0,75—17% Sn; 2,5—17% Sb, rest % Pb și 0,1—1,5% Cu. Au $\sigma_r = 12—14$ daN/mm²; $\delta = 1—5\%$; $HB = 19—32$. Se utilizează ca aliaje antifricțiune.

**aliajele de titan.** Practic titanul formează aliaje cu toate metalele, cu excepția metalelor alcalino-pământoase (Mg, Ca, Ba etc.), Si, B, $H_2$, $N_2$ și $O_2$. Importanță tehnică au numai aliajele cu Al, Mn, Cr, Mo, V, Cu și Sn. Transformările polimorfe α (pînă la 882°C) și β (peste 882°C) ale titanului, buna solubilitate a multor elemente în titan și formarea compușilor chimici permite să se obțină o gamă largă de aliaje cu proprietăți diferite. Elementele de aliere, după influența care o exercită asupra stărilor alotropice α și β ale titanului, se clasifică în trei grupe, care stabilizează fazele α, β și α + β. Din prima grupă face parte aluminiul. *Aliajele Ti—Al* conțin 4—6% Al și 2—3% Mn, 1—2% Ti și 2,5—3,5% Cu și prezintă caracteristici mecanice înalte ($\sigma_r = 70—120$ daN/mm²; $\delta = 9—25\%$, $KCU = 3—9$ daNm/cm²). Au densitate mică, refractaritate înaltă și mare rezistență la fluaj. Din a doua grupă fac parte V, Mo, Nb, Ta ș.a. introduse în proporții relativ mari (7—15%). Se caracterizează prin rezistență specifică mare (echivalentă cu a oțelului, $\sigma_r = 255$ daN/mm²), dar care nu se păstrează și la temperaturi înalte. Cele mai bune proprietăți au aliajele din grupa a treia constînd din amestec de faze α și β. Acestea conțin 3,5—6,2% Al, 1—3% Cr, 1—5,8% Mo și 0,7—4,5% V. Au rezistență mecanică mare (95—140 daN/mm²), plasticitate bună ($\delta = 10—18\%$), duritate $HB = 250—360$ și reziliență $KCU = 2,5—4$ daNm/cm² medie, rezistență înaltă la coroziune în aer umed și în apă de mare, rezistență la fluaj și stabilitate termică.

**aliajele de zinc** cu valoare de întrebuințare aparțin sistemelor: Zn—Al, Zn—Cu, Zn—Al—Cu, Zn—Al—Mg, Zn—Mn, Zn—Li și Zn—Cd. *Aliajele Zn—Al* utilizate în tehnică conțin, în general, pînă la 5% Al, procent ce poate ajunge pînă la 55%. Au caracteristici mecanice ($\sigma_r = 25—48$ daN/mm², $\delta = 1,5—23\%$, $HB = 67—115$) satisfăcătoare. Se utilizează pentru piese turnate sau deformate plastic, fără solicitări mecanice mari. *Aliajele Zn—Cu* conțin 0,8—5% Cu și diferite alte elemente de aliere, rest % Zn. Se utilizează sub formă turnată sau deformată plastic. Au $\sigma_r = 11—36$ daN/mm², $\delta = 0,5—60\%$, $HB = 45—90$ daN/mm². *Aliajele Zn—Al—Cu* sînt cunoscute sub numele de → *zamack*. Conțin 0,2—3% Al, 0,1—5% Cu, rest % Zn. Se utilizează la fabricarea pieselor pentru construcții de mașini, prin turnare sub presiune sau prin deformare plastică. La adaos de Mg aliajele Zn—Al—Cu au proprietăți antifricțiune. *Aliajele Zn—Al—Mg* conțin 2,2—7,5% Al, 0,02—2% Mg și, uneori, 0,06—4% Cu. Unele din aceste aliaje se folosesc în industria poligrafică. Aliajele Zn—Mn conțin

Scanned with OKEN Scanner

pînă la 1% Mn și alte elemente (0,5% Al, 0,1% Ni, 0,5—1,5% Pb ș.a.). Sînt cunoscute sub numele de *zincal* și se utilizează în construcția de mașini. *Aliajele Zn—Li* conțin 0,05—0,5% Li, adăugat pentru micșorarea grăunților aliajelor deformabile. *Aliajele Zn—Cd* conțin 0,05—70% Cd și alte adaosuri de aliere și sînt utilizate pentru lipirea aliajelor Al—Mg. Aliajul cu 60% Zn și 40% Cd are $\sigma_r = 10$ daN/mm² și $\delta = 5\%$.

**ALIAJ DORÉ**, aliaj format din argint și aur (cca 99% Ag și 1% Au).

**ALIERE**, operație de modificare a compoziției chimice a unui aliaj prin creșterea procentuală a unora din elementele componente sau prin adaos de noi componente. Se realizează cu ajutorul feroaliajelor prealiajelor sau metalelor în stare pură. În cazul cînd este nevoie de o cantitate mai mare de materiale pentru **A.**, acestea se introduc preîncălzite în baia metalică din cuptorul de elaborare. **A.** mai poate avea loc pe jgheabul de evacuare al cuptorului sau în oala de turnare. La stabilirea cantității de material de adaos trebuie avut în vedere conținutul în elementul de aliere existent în acest adaos, precum și pierderile prin ardere, în cuptor, pe jgheabul de turnare sau în oala de turnare. În cazul elaborării oțelurilor aliate, **A.** reprezintă o perioadă de elaborare importantă, majoritatea adaosurilor introducîndu-se în cuptor înainte de evacuare. Pentru alierea oțelurilor se folosesc, în mod curent, feroaliaje.

**ALIMENTATOR**, mașină sau utilaj cu ajutorul căruia se realizează alimentarea continuă sau intermitentă, la debit constant, reglabil, cu materiale granulare, pulverulente sau în bucăți (minereu, concentrat, pelete, fondanți, combustibili), a cuptoarelor de elaborare și a altor instalații metalurgice (cuptoare de prăjire, cocserii, secții de aglomerare etc.). Din punct de vedere constructiv, cele mai răspîndite sînt **A.** elicoidale, rotative, cu talere, cu bandă, oscilante sau vibrante. În fig. A. 11 este reprezentat alimentatorul mecanizat pentru cărbuni.

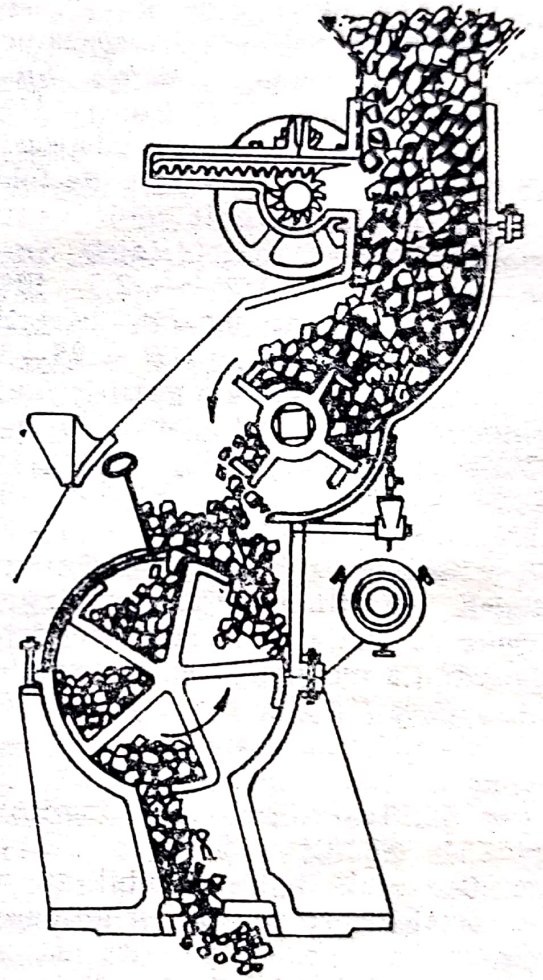


**Fig. A. 11.**

**ALITARE**, tratament termochimic pentru saturarea suprafeței oțelului sau a altor materiale metalice cu aluminiu în vederea creșterii rezistenței la oxidare (pînă la 1100°C) și la coroziune. În mod obișnuit se aplică pieselor din oțel austenitic cu conținut mic de carbon și celor din aliaje refractare. Se poate realiza prin: cufundarea pieselor în amestec de pulberi (50% Al sau Fe—Al, 49%

$Al_2O_3$ și 1% $NH_4Cl$ sau 99% Fe—Al și 1% $NH_4Cl$) și încălzire la 1000°C timp de 8 h; cufundarea pieselor în aluminiu topit (cu 6—8% Fe pentru a împiedica dizolvarea suprafeței piesei de oțel în aluminiul topit) și menținerea lor în acesta la 700—800°C timp de 45—90 min (procedeu frecvent utilizat în locul zincării la cald a tablelor, sîrmelor, țevilor etc.) și prin metalizare cu aluminiu a suprafeței piesei urmată de recoacere de difuziune la 900—1000°C, după acoperire prealabilă cu o pastă formată din amestec de sticlă solubilă cu amestec uscat (48% grafit argintiu, 30% nisip cuarțos, 20% argilă, 2% $NH_4Cl$). Adîncimea stratului saturat cu aluminiu este cuprinsă între 0,2 și 1 mm. Se **A.** piesele pentru: supape de motoare de automobil, aripi și duze de turbine cu gaz, aparatură folosită la cracarea petrolului și gazelor, tuburi de supraîncălzire a aburilor, armături de cuptoare ș.a.

**ALNICO,** aliaj de nichel, aluminiu, cobalt și fier utilizat, în special, la fabricarea magneților permanenți. S-au conceput mai multe mărci de aliaje de tip **A.** cu proprietăți magnetice diferențiate, în funcție de compoziția chimică care poate varia astfel: 12—25% Ni, 5—35% Co, 5—11% Al și rest % Fe. De cele mai multe ori aliajul mai poate conține adaosuri de cupru și titan (titanul mărește foarte mult cîmpul magnetic coercitiv, așa încît conținutul său în masa aliajului poate ajunge la 10%). Aliajele cu conținut ridicat în cobalt și titan permit obținerea unor cîmpuri coercitive de 1200—1600 A/cm (1550—2000 Oe) și energii magnetice de 40—50 mWs/cm³. Aliajul nu poate fi deformat plastic și în consecință se obține direct din turnare, urmînd a fi supus unui tratament termic. Magneții obținuți prin turnare pot prezenta o serie de defecte ca pori, sufluri sau fisuri. În scopul evitării acestor dificultăți, mai recent se practică fabricarea magneților din pulbere de **A.** prin tehnologia caracteristică metalurgiei pulberilor (presare-sinterizare). Metoda prezintă numeroase avantaje, în special, pentru magneți de serie și de dimensiuni mici.

**ALPACA,** aliaj de cupru, nichel și zinc a cărui compoziție chimică se încadrează în mod frecvent în următoarele limite: 54,0—65,0% Cu, 12,0—18,0% Ni și rest % Zn. A fost descoperit de metalurgii francezi P. L. Maille și J. Chorier (aliajul mai poartă denumirea de *maillechort*). Uneori este denumit și *argentan*. Aliajele de tip **A.** prezintă o culoare galben-albă, în funcție de compoziție. **A.** are densitatea cuprinsă între 8,50 și 8,80 kg/dm³ și p.t. 980—1200°C. Se caracterizează prin foarte bune proprietăți mecanice asociate cu o remarcabilă rezistență la coroziune. Poate fi deformată plastic la cald sau la rece în table, benzi, sîrme, bare etc. Nu se oxidează în aer chiar la temperaturi mai ridicate, nu este atacată de soluții saline sau acizi organici. Are o structură monofazică formată din soluție solidă ternară de nichel, cupru și zinc (soluție solidă α). Pentru table și benzi aliajul se livrează fie în stare moale, fie jumătate tare, în funcție de gradul de ecruisare. Compoziția chimică și gradul de ecruisare influențează în principal caracteristicile mecanice ale aliajelor de tip **A.** în limite largi, astfel: rezistența de rupere la tracțiune 35—71 daN/mm², alungirea 3—35% și duritatea $HB$ = = 80—220. În general, prezintă bune proprietăți de deformare plastică la rece. Se utilizează ca material pentru confecționarea de arcuri, ca material destinat prelucrărilor la rece prin ștanțare, matrițare, ambutisare etc., la fabricarea unor piese mici, de

Scanned with OKEN Scanner

mecanică fină, bijuterii argintate, robinete, în industria de armament etc. Aliajul poate fi turnat și în forme din amestec de formare. Pentru a-i mări prelucrabilitatea prin așchiere se adaugă mici cantități de plumb.

**ALSIFER,** aliaj de fier, siliciu și aluminiu. Face parte din categoria materialelor magnetice moi. Conține: 9,5% Si, 5,5% Al și 85% Fe. Este foarte fragil, din care motiv piesele din **A.** se execută pe baza tehnologiei caracteristice metalurgiei pulberilor (presare—sinterizare). Prezintă proprietăți magnetice asemănătoare cu permalloyul; permeabilitatea magnetică maximă ajunge la 120 000 Gs/Oe. Se folosește la fabricarea miezurilor pentru bobine de înaltă frecvență.

**ALUMEL,** aliaj de nichel, mangan, aluminiu și siliciu folosit în special, la confecționarea aparatelor pentru măsurarea temperaturii. Conține: 1,8—2,2% Mn, 1,8—2,5% Al, 0,85—2,0% Si și rest % Ni. Se prelucrează bine prin laminare și trefilare.

**ALUMINĂ,** $Al_2O_3$, oxid de aluminiu obținut pe cale industrială. Substanță albă, greu fuzibilă, **A.** prezintă trei forme alotropice: $\alpha - Al_2O_3$ — cristalizează în sistemul romboedric și este stabilă la temperaturi înalte; $\beta - Al_2O_3$ — cristalizează în sistemul hexagonal și $\gamma - Al_2O_3$ — cristalizează în sistemul cubic. La încălzire peste 1200°C, formele $\beta - Al_2O_3$ și $\gamma - Al_2O_3$ se transformă în $\alpha - Al_2O_3$. În natură se găsește sub formă de $\alpha - Al_2O_3$ numit *corindon*. Se utilizează la obținerea aluminiului, fabricarea unor produse refractare și a suporților pentru catalizatori.

**ALUMINĂ ACTIVATĂ,** alumină granulară, special preparată pentru deshidratarea atmosferelor controlate. Datorită structurii sale foarte poroase oferă o suprafață mare de contact. Absorbția umidității se poate face pînă la o creștere în greutate de 12—14%, putîndu-se obține gaze deshidratate cu un punct de rouă mai mic de —65°C. **A.A.** se regenerează la trecerea unui curent de aer preîncălzit, la 200—350°C, prin eliminarea apei absorbite.

**ALUMINIU,** Al, element metalic din grupa a III-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 13, masa atomică 26,981, valența III. A fost obținut de H. C. Oersted (1825) și de F. Wöhler (1827). Denumirea acestui metal derivă de la sarea sa sulfatul dublu de aluminiu și potasiu (alaun), substanță cunoscută în vechime sub denumirea de alumen și folosită ca mordant în vopsitorie. Este cel mai răspîndit metal în natură, dar numai sub formă de combinații chimice (feldspați, mice, corindon, bauxite). Metal ușor, maleabil și ductil, alb-argintiu, **A.** are o bună plasticitate. Cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate, fără a avea și alte forme alotropice. Are densitatea (la 20°C) 2,7 kg/dm³, p.t. 658°C, p.f. 2500°C, căldură masică (la 20°C) 929 J/kg·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,027 $\Omega \cdot mm^2/m$, conductivitatea termică (la 20°C) $2,176 \cdot 10^2$ W/m·K. Atît conductivitatea termică cît și rezistivitatea electrică sînt influențate de conținutul de impurități din **A.** și de procedeul de prelucrare la care a fost supus (turnare, deformare plastică, recoacere). Proprietățile sale mecanice sînt și ele influențate de impuritățile pe care le conține, și de procedeul de prelucrare. Aluminiul tehnic prezintă următoarele caracteristici mecanice: rezistență de rupere la tracțiune 15 daN/mm² (deformat plastic) și 8 daN/mm² (recopt); alungirea $\delta = 5 - 10\%$ (deformat plastic) și 30—40% (recopt); rezilienta $KCU =$ $= 14$ daNm/mm² și duritatea $HB =$

= 30—35 (deformat plastic) și 25 (recopt). Prezintă următoarele caracteristici tehnologice: temperatură de turnare 710—730°C, temperatură de prelucrare la cald 350—450°C și contracția după turnare 1,7%. Este stabil la aer; se conservă datorită formării unui strat subțire de oxid care îl protejează contra coroziunii. Are o rezistență bună la coroziune atît în apa rece cît și în apa fierbinte, care se diminuează însă odată cu conținutul de impurități sau de elemente de aliere. Reacționează cu acizii minerali formînd săruri, față de acizii azotic și sulfuric (diluat sau concentrat), prezintă o mare rezistență la coroziune, manifestînd fenomenul de pasivitate. (Recipienții pentru păstrarea și transportul acidului azotic se confecționează din A.). Cu hidroxizii alcalini reacționează cu degajare de hidrogen, iar cu halogenii formează săruri. Datorită afinității sale pentru oxigen este considerat ca un bun agent reducător din care motiv este utilizat la obținerea unor metale din oxizi prin metoda aluminotermică.

*METALURGIA ALUMINIULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea în semifabricate a aluminiului. Este cunoscută doar din secolul 19, bazele dezvoltării sale fiind puse la începutul secolului nostru. Ca principale minereuri se folosesc bauxitele (cele mai utilizate) și nefelinele. Proporția cea mai mare a producției de aluminiu este asigurată prin electroliza aluminei topite. Deoarece bauxita, pe lîngă $Al_2O_3$ conține impurități ($SiO_2$, $Fe_2O_3$, $TiO_2$, CaO etc.) se efectuează o serie de operații pentru obținerea aluminei cît mai pure. Dacă bauxita are un conținut mai mic de 8% $SiO_2$, obținerea aluminei pure se face după **procedeul Bayer,** conceput de chimistul K. I. Bayer la sfîrșitul secolului trecut, aplicat și în țara noastră. Bauxita măcinată se descompune cu ajutorul unei soluții concentrate de hidroxid de sodiu, la 180—200°C și la presiune de 18—30 at în autoclave încălzite cu abur, conform reacției $Al_2O_3 \cdot H_2O + 2NaOH = 2NaAlO_2 + 2H_2O$. Introdus într-un bazin cu apă aluminatul de sodiu se diluează și trece în soluție iar reziduurile rămîn pe fundul bazinului sub forma unui mîl (nămol roșu). După decantare și filtrare soluția de aluminat de sodiu se diluează cu apă, operație care se face într-un alt recipient, obținîndu-se descompunerea aluminatului de sodiu după reacția: $2NaAlO_2 + 4H_2O = 2NaOH + 2Al(OH)_3$. Alumina hidratată rezultată din reacție, precipită, iar hidroxidul de sodiu rămîne în soluție. Pentru creșterea vitezei de coagulare a aluminei hidratate se adaugă în soluție praf de aluminiu. După filtrare, alumina hidratată se calcinează la 550°C pentru obținerea aluminei higroscopice ($\gamma - Al_2O_3$) sau la temperaturi peste 1200°C pentru obținerea aluminei nehigroscopice ($\alpha - Al_2O_3$). Extragerea aluminei din bauxite cu conținut redus de silice se mai poate face și cu ajutorul **procedeului Pechiney.** Bauxitele se supun inițial unei operații de aglomerare, la o temperatură de 1100°C, din aglomeratul rezultat alumina urmînd a se extrage pe cale hidrometalurgică. Pentru aglomerare bauxita se amestecă cu $Na_2CO_3$ iar pentru solubilizarea aluminatului de sodiu format în timpul aglomerării, aglomeratul obținut se tratează cu apă. Prin decantare și filtrare se separă nămolul roșu de soluția de aluminat, care, în continuare, este supusă unui proces de descompunere cu ajutorul unui curent de dioxid de carbon. Ca urmare, din soluție precipită alumina hidratată, care se calcinează, la fel ca la procedeul Bayer, pentru a rezulta alumina obișnuită (deshidratată). În cazul cînd se prelucrează o bauxită silicioasă obținerea

Scanned with OKEN Scanner

aluminei pure se face după **procedeul cu var și sodă.** Acesta constă în aglomerarea bauxitelor cu conținut ridicat de silice într-un cuptor rotativ și extragerea aluminei din aglomeratul rezultat pe cale hidrometalurgică. Aglomerarea bauxitei se face prin adaos de CaO și $CO_3Na_2$, la o temperatură de 1200—1300°C. Aglomeratul rezultat conține aluminat de sodiu rezultat din reacția: $Al_2O_3 + CO_3Na_2 = 2NaAlO_2 + CO_2$ și silicat de calciu, ferit de sodiu ș.a. Prin tratarea aglomeratului cu apă sau cu o soluție slab alcalină, încălzită la 80—100°C, se obține o soluție care conține aluminat de sodiu, hidroxid de sodiu și o mică cantitate de silicat de sodiu. După filtrare și separarea nămolului roșu soluția se încălzește pentru îndepărtarea silicei prin formarea unui aluminosilicat de sodiu, insolubil, care se depune sub forma unui nămol alb. Operația se accelerează prin adaos de $Ca(OH)_2$. Din soluția rămasă care conține aluminat de sodiu și hidroxid de sodiu, prin trecerea unui curent de dioxid de carbon se obține coagularea aluminei hidratate de restul soluției. În continuare alumina hidratată se calcinează la fel ca la procedeul Bayer. Pentru fabricarea aluminiului, alumina este dizolvată în criolit topit și supusă electrolizei. La temperatura de 950°C, alumina dizolvată se descompune conform reacției: $Al_2O_3 = 2Al + 1{,}5O_2$. La catod se formează aluminiu metalic în stare topită, iar la anod se colectează oxigenul. La temperatura de lucru oxigenul reacționează cu carbonul anozilor rezultînd un amestec de CO și $CO_2$. Concentrarea acestor compuși în gazul evacuat depinde de reactivitatea carbonului și de temperatură. Electroliza aluminei are loc într-o instalație formată, în principal, din mai multe vase de o construcție specială numite *celule pentru electroliza aluminei*. Celula, de formă paralelipipedică este căptușită în interior cu blocuri presate din cărbune amorf (fig. A. 12). Căptușeala se leagă la catod iar în baia de alumină și criolit se cufundă unul sau mai mulți anozi confecționați din materiale carbonice. Se folosește

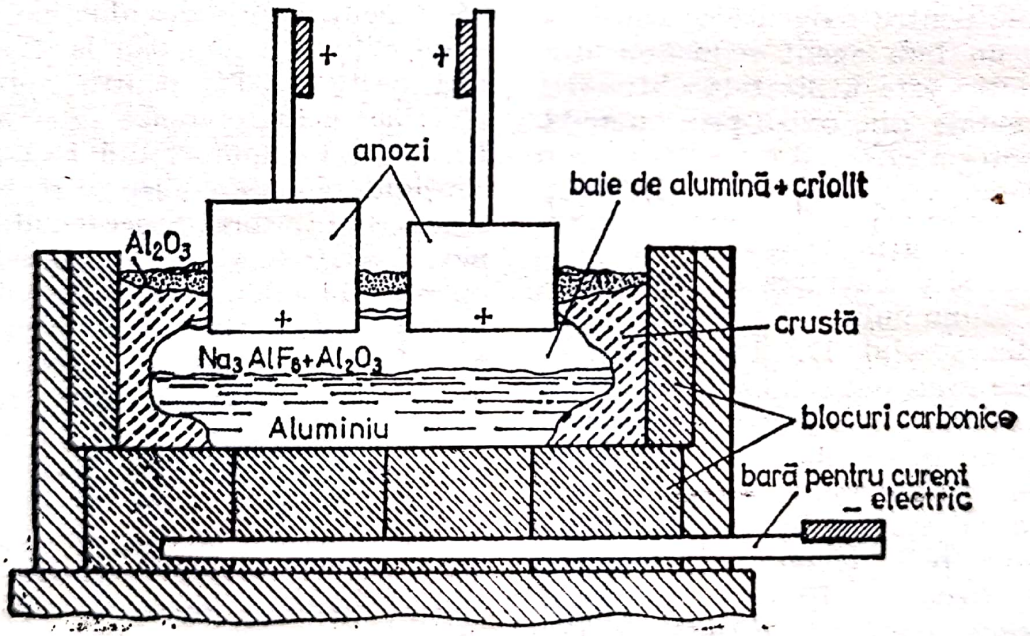



**Fig. A. 12.**

un curent electric cu o tensiune de 3,5—4,0 V și o intensitate, care poate depăși uneori 90 000 A. Alumina se introduce în celula de electroliză discontinuu. Electroliza se întrerupe cînd concentrația în alumină a scăzut foarte mult (sub 1%). În acest caz se observă o creștere bruscă a tensiunii în cuva de electroliză fenomen denumit efect anodic, datorat formării unei pelicule gazoase pe suprafața anozilor. Efectul anodic se anulează prin adăugarea de noi cantități de alumină în baia topită. Unele cuve de electroliză sînt dotate cu electrozi continui de tip Söderberg. Din electroliza aluminei topite rezultă aluminiu brut care conține 99,5—99,85% Al. Pentru înlăturarea impurităților, se face mai întîi o rafinare termică prin barbotarea aluminiului lichid cu clor gazos, timp de cca 15 min. Prin combinarea clorului cu o serie de impurități din aluminiu (Mg, Na, Ca, K) se formează cloruri care se ridică la suprafața băii. Totodată sînt antrenate la suprafață și incluziunile nemetalice din aluminiu, eliminîndu-se în exterior. În continuare, aluminiul rafinat termic este supus rafinării electrolitice care se face folosind ca electrolit o baie de săruri topite ($BaCl_2 + AlF_3 + NaF$), operație numită și *rafinare în trei straturi*. Rafinarea are loc la o temperatură de 850—920°C într-un vas special numit *cuvă pentru electroliza aluminiului* (fig. A. 13), aluminiul rafinat formînd

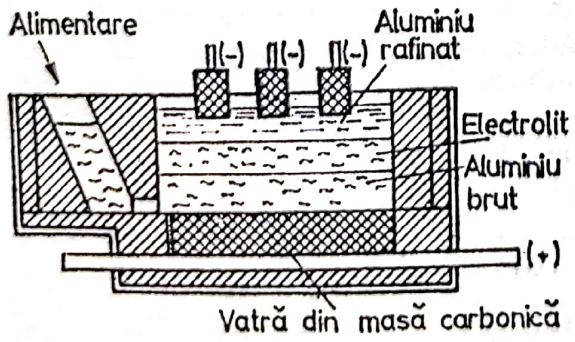



**Fig. A. 13.**

stratul superior din jurul catozilor. Stratul intermediar este alcătuit din sărurile electrolitice topite, iar stratul inferior îl formează aluminiul impur, care urmează a fi rafinat și care joacă rol de anod. Pentru a rămîne în partea inferioară a cuvei de electroliză, acesta se aliază cu cupru, densitatea sa ajungînd la 3,5 kg/dm³. Catozii se confecționează din cărbune iar anodul din masă carbonică. Cuva este căptușită cu materiale refractare magnezitice. Aluminiu rafinat electrolitic conține 99,99% Al. În *M.A.* pe lîngă metodele obișnuite, au fost concepute și experimentate și alte procedee de extragere și rafinare.

**procedeul Beck** se folosește pentru rafinarea aluminiului prin aliere cu magneziu. Aliajul format care conține cca 30% Mg se filtrează pentru eliminarea impurităților și se supune unei distilări în vacuum. Se obține aluminiu pur și magneziu. Procedeul se aplică pentru rafinarea aluminiului obținut pe cale electrotermică, prin reducerea oxidului de aluminiu din bauxită cu carbon, la temperatura de 2000°C.

**procedeul Johnson** se folosește pentru extragerea aluminiului prin prelucrarea succesivă într-un cuptor rotativ și, apoi, în cuptoare electrice a prafului de alumină în vederea obținerii aluminei topite. Aluminiul se obține prin electroliza aluminei topite.

**procedeul Toth** pentru extragerea aluminiului din argile, nefeline etc. a fost elaborat în cadrul societății *Applied Aluminium Research Corporation* (S.U.A.). Procedeul prevede ca în primă fază, argila uscată, în amestec cu praful de cocs, să fie supusă unui proces de clorurare. Din clorurile obținute, prin condensare, se separă clorura de aluminiu ($AlCl_3$). Introducînd în clorura de aluminiu topită (300°C) mangan solid rezultă prin înlocuire aluminiu în

Scanned with OKEN Scanner

suspensie, care se separă ulterior de restul topiturii.

**procedeul Zinkal** realizează o rafinare a aluminiului prin aliere cu zinc, urmată de o rafinare prin distilare a aliajului, pentru separarea zincului. Alierea se face la 650°C, după care impurităţile din aluminiu se separă din baia topită fiind eliminate prin filtrare. Aliajul în stare topită se supune unei rafinări prin distilare obţinîndu-se aluminiu pur şi zinc. Procedeul se aplică pentru rafinarea aluminiului obţinut pe cale electrotermică, prin reducerea în cuptor electric a oxidului de aluminiu din bauxită cu carbon, la temperatura de 2000°C.

În funcţie de gradul de puritate se produce : *aluminiu de înaltă puritate* (99,93—99,996% Al), *aluminiu pur* (99,6—99,90% Al), *aluminiu tehnic* (99,0—98,0% Al). Lingourile de aluminiu cu diverse grade de puritate sînt utilizate la obţinerea pieselor turnate, la elaborarea diverselor aliaje sau se prelucrează prin deformare plastică pentru producerea de bare, table, ţevi, sîrmă etc.

**ALUMINIU SINTERIZAT,** produs finit sau semifabricat obţinut din aluminiu prin tehnologia caracteristică metalurgiei pulberilor (presare—sinterizare). Se utilizează un amestec de pulberi pe bază de aluminiu care mai conţine : 7,0—14,0% $Al_2O_3$, 0,5—8,0% Fe, max. 7,0% Ni, 0,2% V, 0,2% Cr şi 0,2% Ti. Compactizarea pulberii de aluminiu se poate realiza fie prin extrudare, fie prin presare. După sinterizare, semifabricatele obţinute pot fi prelucrate prin deformare plastică. Semifabricatele produse prin extruziune pot fi supuse deformării plastice prin tragere în scopul producerii de sîrmă sau ţevi rotunde şi hexagonale. Barele din **A.S.** se pot prelucra prin forjare liberă sau matriţare. Piesele din **A.S.** se utilizează la fabricarea pistoanelor care funcţionează la temperaturi mai înalte, a rotoarelor pentru compresoare centrifugale, bielelor etc. Produsele confecţionate din **A.S.** sînt utilizate şi în tehnica nucleară datorită capacităţii reduse de absorbţie de neutroni şi a rezistenţei la coroziune.

**AMALGAM,** aliaj al mercurului cu un metal. Se obţin **A.** cu majoritatea metalelor cu excepţia manganului, fierului, nichelului şi cobaltului. **A.** se prezintă în stare solidă cînd conţinutul în mercur este mic şi în stare lichidă cînd conţinutul în mercur este mare. Sînt utilizate la extragerea unor metale (Au, Ag), în tehnica dentară etc.

**AMALGAMARE,** procedeu de extragere a aurului şi argintului din minereuri, bazat pe proprietatea mercurului de a forma amalgame cu aceste metale.

**amalgamare internă,** operaţie folosită în metalurgia aurului pentru obţinerea unui amalgam de aur concomitent cu măcinarea materiei prime din care aurul se extrage sub formă de amalgam. Se realizează în maşini de sfărîmare (mori chiliene, mori cu bile sau în steampuri). Minereul, în care aurul se află în stare nativă, se amestecă cu apa în proporţie de 1/10 şi se introduce în maşina de sfărîmare după care se adaugă mercur (5—6 g mercur la 1 g de aur din minereu). Prezintă avantajul că particula de aur, proaspăt sfărîmată, nu are timp să ia contact cu mediul oxidant şi aderă mai uşor la mercur. Deoarece minereul conţine, de obicei, argint, se obţine un amalgam de aur şi argint.

**amalgamare externă,** operaţie folosită în metalurgia aurului pentru obţinerea unui amalgam de aur utilizînd în acest scop minereuri în prealabil măcinate şi în care aurul se află în stare nativă. Se execută pe mese de amalgamare, asemănă-

toare meselor de concentrare, prevăzute cu jgheaburi transversale pentru colectarea amalgamului. Suprafața mesei de concentrare este prevăzută cu o tablă de cupru peste care se așază un strat de mercur; mercurul aderă la cupru formînd un amalgam. Minereul în suspensie curge pe masa de concentrare iar granulele de aur mai grele vin în contact cu mercurul și formează un amalgam de aur. Deoarece minereul conține în mod frecvent argint, se obține un amalgam de aur și argint.

**AMBUTISARE,** procedeu de deformare plastică a tablelor și benzilor folosit pentru obținerea pieselor, prin presare la cald sau la rece cu ajutorul unui poanson și a unei matrițe. În timpul **A.** grosimea materialului se poate modifica sau rămîne constantă. Grosimea semifabricatelor utilizate și a pieselor obținute prin **A.** variază de la 0,002 la 50 mm. *Ambutisarea la cald* se aplică tablelor cu grosimi mai mari de 5 mm, iar *ambutisarea la rece* tablelor cu grosimi sub 5 mm. Procesul decurge relativ simplu: prin apăsarea poansonului asupra tablei, aceasta este obligată să ia forma cavității matriței care coincide cu forma piesei dorite. Dacă piesa nu se poate realiza într-o singură operație se fac mai multe operații succesive. Volumul de material excedentar rezultat în cursul procesului poate conduce la formarea

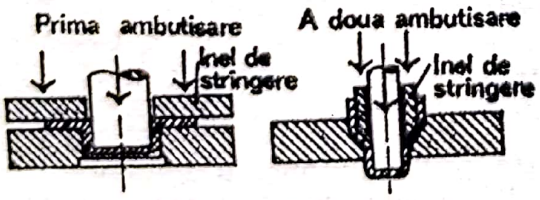



Fig. A. 14.

unor cute care pot fi evitate prin utilizarea unui inel de strîngere (fig. A. 14). Aplicarea inelului de strîngere se justifică atunci cînd între diametrul semifabricatului, $D$, diametrul piesei, $d$, și grosimea materialului, $s$, există următoarea relație: $D - d \geqslant 18s$. Din procesul de ambutisare la rece, materialele metalice se ecruisează și astfel proprietățile de plasticitate ale acestora scad. Ca urmare, atunci cînd execuția unei piese necesită mai multe operații succesive, între acestea, materialul se supune unor tratamente termice de recoacere. În vederea micșorării coeficientului de frecare între suprafața piesei, matriță și inel de strîngere se folosește un lubrifiant ca: ulei mineral, talc, cretă etc. **A.** se realizează fie manual, fie la prese cu excentric sau la prese hidraulice. Pe masa preselor se fixează matrița din oțel, iar poansonul se montează la partea mobilă a presei. Înainte de executarea operației este necesar să se cunoască *capacitatea de ambutisare* a materialului; aceasta se determină prin *încercarea Erichsen*. Cu ajutorul acestei metode (fig. A. 15)

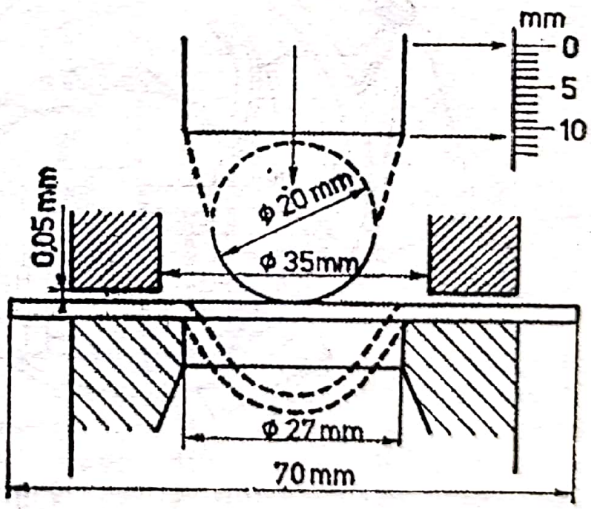



Fig. A. 15.

se determină capacitățile de ambutisare a tablelor subțiri, cu grosimea pînă la 2 mm. Determinarea se poate efectua atît la cald cît și la rece. Proba de tablă de forma unui pătrat cu latura de 70 mm se așază orizontal pe o matriță inelară. Asupra sa se

acționează lent (fără șocuri), cu un dorn, avînd capătul de forma unei semisfere. În momentul apariției unor crăpături vizibile se măsoară în mm, adîncimea de pătrundere a dornului, stabilindu-se astfel capacitatea de ambutisare a materialului respectiv. Viteza de coborîre a dornului, în timpul încercării, trebuie să fie cuprinsă între 5 și 20 mm/min În timpul încercării proba este menținută lejer cu ajutorul unui inel de blocare. Pentru ca în cursul **A.** să nu se distrugă piesa trebuie să se țină seama de *coeficientul de ambutisare, K*. Acesta reprezintă raportul între diametrul semifabricatului, *D*, și diametrul piesei sau al semifabricatului, *d*, rezultat în urma unei operații de ambutisare. Valoarea sa trebuie menținută între 1,5 și 2,0, pentru a evita pericolul de fisurare sau distrugere a materialului. Valori mai mari se adoptă pentru materialele cu plasticitate ridicată.

**AMESTECĂTOR,** (în turnătorie), instalație pentru amestecarea componenților în vederea obținerii amestecurilor de formare sau de miez pentru turnătorie. Pot fi : cu palete și cu role. La **amestecătorul cu palete** (fig. A. 16) componenții amestecului se introduc, în proporțiile și intervalele de timp stabilite prin indicațiile tehnologice, prin partea superioară liberă a carcasei cilindrice. Instalația mecanică (motor + reductor) antrenează axul motor pe care sînt fixate paletele cu ajutorul cărora se realizează amestecarea. Procesul de amestecare este discontinuu ; după amestecare, instalația se oprește pentru descărcarea amestecului. La **amestecătorul cu role** odată cu amestecarea componenților cu ajutorul rolelor (se rotesc prin frecare cu amestecul) și a unor palete are loc și măcinarea acestora cu ajutorul rolelor verticale sau orizontale acționate prin intermediul unui ax (fig. A. 17). **a. cu r.** se utilizează, în special pentru obținerea amestecurilor de formare. *Amestecătoarele cu role orizontale* realizează amestecarea în timp mai scurt (0,6—2,0 min) decît *amestecătoarelor cu role verticale* (2— 10 min).

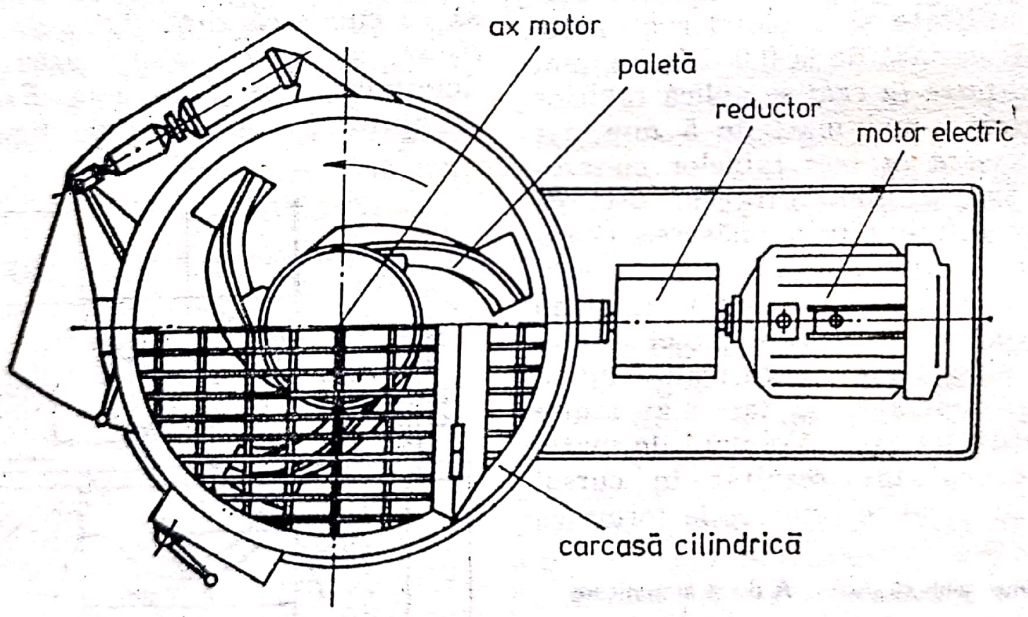



**Fig. A. 16.**

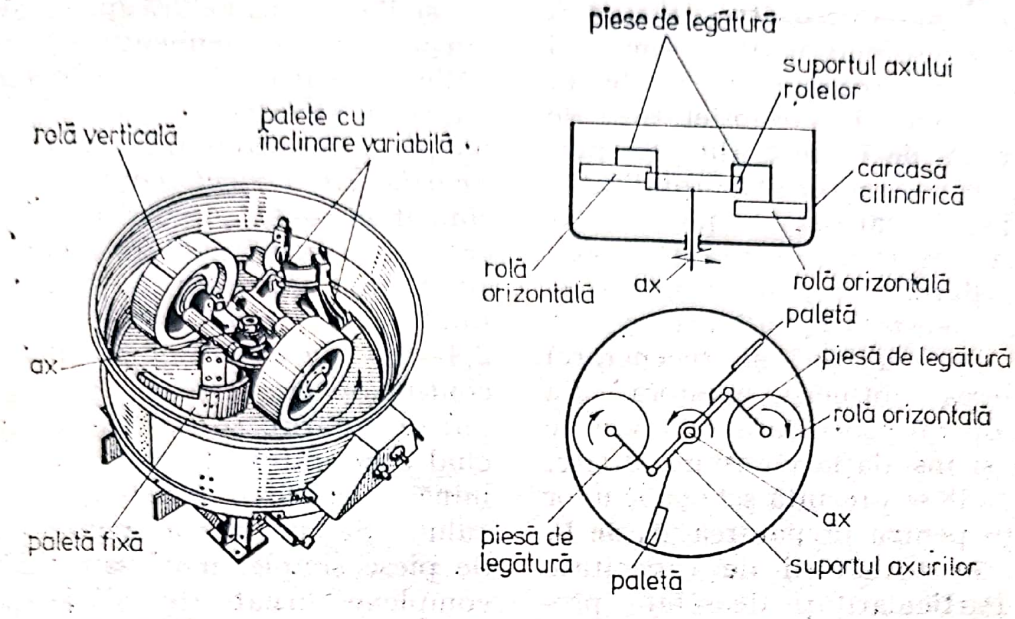



**Fig. A. 17.**

**AMESTEC DE FORMARE,** amestec natural sau sintetic care conține materiale de bază (în general, nisip), lianți și materiale auxiliare, folosit pentru executarea formelor și miezurilor, în vederea obținerii pieselor turnate. Amestecurile de formare naturale conțin nisipuri brute în care există lianți naturali. Amestecurile de formare sintetice conțin nisipuri de turnătorie, lianți și materiale auxiliare care au fost supuse, în prealabil, unor operații de preparare. **A. de F.** se folosesc la executarea formelor sau miezurilor, și pot fi : *de model* (formează stratul în contact cu modelul la îndesare), *de umplere* (servește pentru umplerea ramelor de formare după îndesarea amestecului de model), *unic* (folosit cînd formele se execută dintr-un singur amestec, în special, la formarea mecanizată) și *folosit* (provenit de la dezbaterea formelor și îndepărtarea miezurilor, după turnare). Compozițiile lor diferă mult, funcție de aliajul care se toarnă, de destinație (pentru miez sau formă), de configurația miezului etc. *Amestecurile pentru forme* se prepară, în general, din amestec folosit (46—64%), amestec proaspăt (30—46%) și apă (6—8%). Amestecul proaspăt conține 75—92% nisip de turnătorie, 2—12% liant și în unele cazuri materiale auxiliare (pînă la 12%). *Amestecurile pentru miezuri* se prepară, în general, proaspete, din nisip (96—100%) și liant (rest %), uneori cu adaosuri. **A. de F.** trebuie să prezinte următoarele proprietăți : să reziste la solicitări mecanice care apar, în special, la turnarea metalului lichid în formă (rezistență mecanică) ; să permită gazelor care se degajă din metalul lichid și din formă, la și după turnare, să iasă în mediul exterior (permeabilitate) ; să nu vitrifieze, să nu se înmoaie și să nu reacționeze chimic la temperatura de turnare a metalului-lichid (refractaritate) ; să se deformeze sub acțiunea unei forțe exterioare (important la formare) fără să se fisureze sau să crape și să-și păstreze forma după încetarea acțiunii acesteia ; să-și păstreze caracteris-



Scanned with OKEN Scanner

ticile fizico-mecanice și deci să poată fi utilizat la cît mai multe formări și turnări. Prin regenerare **A. de F.** folosite revin la proprietățile de utilizare. **A. de F** se obțin prin preparare, care reprezintă totalitatea operațiilor la care sînt supuse materialele de formare (uscare, sfărîmare, clasare, desprăfuire, sortare, răcire, dozare, amestecare, afînare și, în prezent, peliculizare și regenerare) în vederea obținerii acestora. La fiecare operație necesară se folosește mașina și instalația corespunzătoare. În fig. A. 18 se prezintă schemele unor instalații pentru prepararea **A. de F.** folosite în turnătorii de capacitate mică. Particularități deosebite prezintă amestecurile de formare cu autoîntărire, cu întărire prin insuflare cu $CO_2$, pentru modele și cutii de miez calde și speciale.

**amestec de formare cu autoîntărire,** amestec compus din nisip de turnătorie și liant organic (rășini și uleiuri) sau anorganic (ciment, silicat de sodiu și siliciu ș.a.) ce determină întărirea amestecului de formare la temperatura mediului ambiant. *Amestecurile cu ciment* conțin 7—12% ciment și 3—12% apă și rest % nisip cuarțos. Rezistența amestecului crește cu timpul de întărire, după 24 h fiind de 2,1—5,2 daN/cm² și de 2,4—7,0 daN/cm² după 48 h; în continuare crește foarte puțin. Timpul de întărire se scurtează introducînd acceleratori de priză care determină și mărirea rezistenței amestecului. Se utilizează pentru forme de piese simple, mari sau chiar mai complexe turnate din aliaje cu conductibilitate termică mare (aliaje de cupru). *Amestecurile cu silicat de sodiu* (6% volumice) și siliciu sau Fe—Si (1—1,8%), rest % nisip se întăresc după 8—24 h în funcție de dimensiunile sau formele miezu-

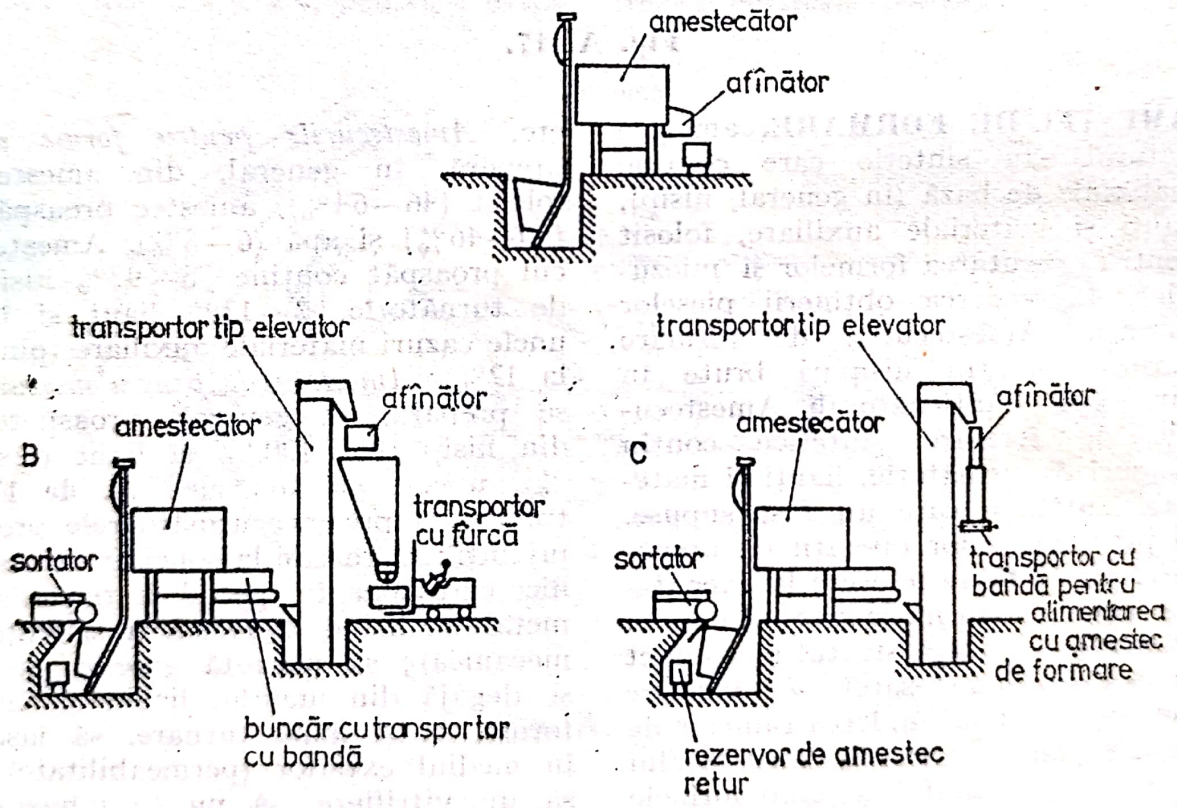



**Fig. A. 18.**

rilor. Se utilizează rar din cauza costului relativ mare. Întărirea amestecurilor cu ulei de in se realizează prin accelerarea polimerizării acestuia, introducînd catalizatori (de ex. poliesteri) și acceleratori (de ex. : naftenat de cobalt). În țara noastră se folosește ulei de in (3—4%) sicativat cunoscut sub numele de→ *plastolinol*. Se utilizează la executarea miezurilor pentru turnarea pieselor din fontă care trebuie să prezinte siguranță în funcționare. Întărirea amestecurilor cu liant—rășini furanice (3%)—se realizează prin polimerizarea acestora, la care contribuie și substanțe acceleratoare (0,9%) (de ex. : soluție cu 89% acid fosforic). Timpul de întărire este de ~ 24 h.

**amestec de formare cu întărire prin insuflare cu $CO_2$,** amestec de formare ce conține nisip de turnătorie și silicat de sodiu (sticlă solubilă), 4—6%, întărit, înainte de extragerea modelului, cu $CO_2$. Dioxidul de carbon descompune silicatul de sodiu cu formare de $SiO_2$, $Na_2CO_3$ și $H_2O$. $SiO_2$ se hidratează rezultînd acid silicic sub formă de gel ($mSiO_2 \cdot pH_2O$), care se întărește prin pierdere parțială de apă, determinînd întărirea amestecului pînă la rezistențe de 10—15 daN/cm². $CO_2$ se introduce din butelii, cu reductor de presiune, prin insuflare pe suprafața formei sau prin orificii special pregătite. Dacă se insuflă în exces ia naștere o cantitate mai mare decît normală de $Na_2CO_3$ (se recunoaște după apariția de pete albe pe suprafața de insuflare a $CO_2$) care scade rezistența formei. Procesul de întărire poate fi accelerat prin insuflare de gaze calde (cu 10—12% $CO_2$).

**amestec de formare fluid cu autoîntărire,** amestec de formare cu proprietatea de a curge ușor și de a umple prin turnare, fără a fi îndesat (doar puțin vibrat) toate intrîndurile libere dintre model, ramă și placa de formare și care se întărește în timp scurt în condiții obișnuite. Fluiditatea amestecului se asigură folosind lianți fluizi, sau cu agenți de fluidificare cu mare capacitate de peliculizare a componentei granulare (nisip de turnătorie), ca : silicat de etil hidrolizat, silicat de sodiu cu silicat dicalcic, silicat de sodiu cu ciment, rășini sintetice ș.a. La folosirea silicatului de etil hidrolizat, care are bună fluiditate, întărirea amestecului se realizează cu ajutorul unor substanțe bazice [$(NH_4)_2CO_3$, trietanolamină, magnezită, ș.a.] care determină, în final, obținerea unui gel de $SiO_2$ cu rol de întăritor. La folosirea silicaților de sodiu și dicalcic fluiditatea se asigură introducînd agenți activi de suprafață de tipul detergenților. Întărirea amestecului respectiv (5—20 min) se realizează datorită formării silicatului de calcium hidratat ca urmare a reacțiilor :

$$\underset{\text{silicat dicalcic}}{SiO_2 \cdot 2CaO} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + \underset{\text{silicat de calciu hidratat}}{SiO_2 \cdot CaO \cdot H_2O}$$

$$Ca(OH)_2 + \underset{\text{silicat de sodiu}}{nNa_2O \cdot mSiO_2} \rightarrow SiO_2 \cdot CaO \cdot H_2O + nNa_2O \cdot (m-1)\,SiO_2$$

Acest amestec liant are aplicabilitate limitată, datorită densității mici după întărire (care impune vopsirea, și deci, uscarea suplimentară), fluidității mici ș.a. La folosirea silicatului

de sodiu (6—7%) și a cimentului (3—8%) fluiditatea se asigură cu agenți activi de suprafață. Întărirea amestecului se bazează pe prezența silicatului dicalcic din ciment, care se hidratează dînd mase rezistente. Ca rășini-liant se folosesc rășini furanice (2%), în amestec cu întăritor (1%), substanță de fluidificare (0,5%) și nisip (acesta trebuind să fie foarte pur).

**amestec de formare pentru modele și cutii de miez calde,** amestec al cărui proces de întărire este determinat de căldura radiată de modele sau cutii de miez metalice, încălzite (200—220°C). Important este ca nisipul din masa amestecului de formare să fie îmbrăcat cu film subțire de liant, de grosime cît mai uniformă, prin operația de preparare (peliculizare). Ca liant, în prezent, se utilizează rășini în stare uscată (novolac, 8%, praf granulat sau soluție) sau lichidă (rășini ureoformaldehidice — Urelit P —, fenolformaldehidice sau furanice). Datorită căldurii rășinile polimerizează, se consolidează, determinînd întărirea amestecului peliculizat. Pentru fluidizarea lor și reglarea procesului de polimerizare se introduc diferite adaosuri (hexametilentetramină, stearat de calciu, uleiuri, acid boric, glucoză etc.).

**amestec de formare special,** amestec de formare-miezuire pe bază de nisipuri de turnătorie, cu proprietăți deosebite (refractaritate înaltă, dilatare liniară mică ș.a.), de cromit, zircon, cromomagnezită, șamotă granulată ș.a.

**AMPRENTA BAUMANN,** metodă de fixare pe hîrtia fotografică a unei imagini, care pune în evidență zonele ce conțin concentrații de sulfuri și repartiția sulfurilor existente pe suprafața de examinat a probei (fig. A. 19). Proba se prelevează prin tăiere (manuală sau mecanică) la o grosime de 15—25 mm, cuprinzînd întreaga secțiune a produsului analizat. Suprafața acesteia se lustruiește, se degresează și se usucă prin tamponare cu

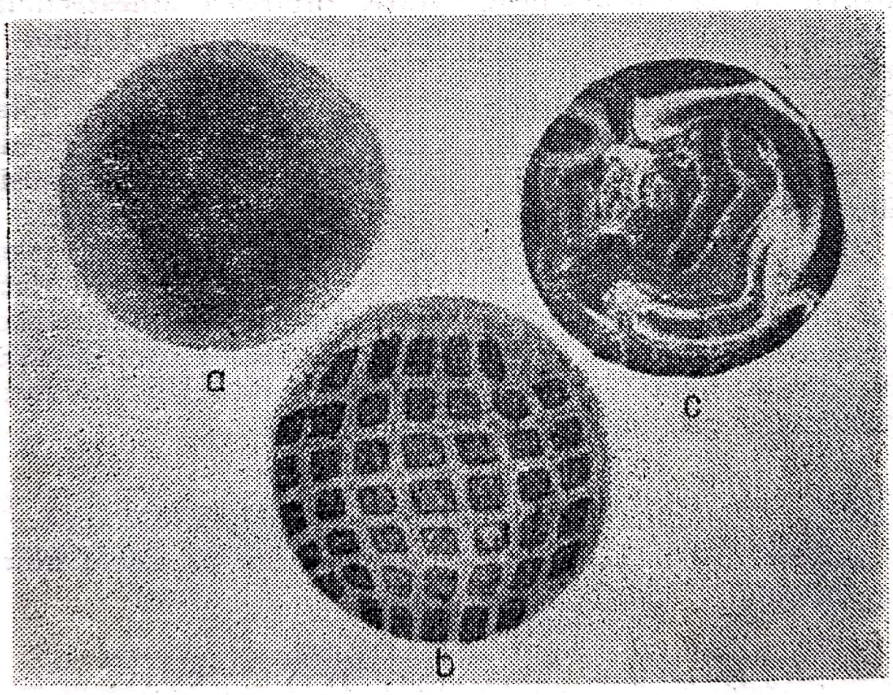



**Fig. A. 19.** Amprenta Baumann:
*a* — a unui oțel de construcții; *b* — a unui oțel de calitate; *c* — a unui oțel elaborat din deșeuri.

hîrtie de filtru sau în curent de aer cald sau rece. Amprenta se ia la lumină moderată, avînd în vedere sensibilitatea hîrtiei foto la lumină puternică. Hîrtia foto cu AgBr de tip contrast, subțire și cu suprafață mată se introduce în soluție de 2—5% $H_2SO_4$ ($d_{H_2SO_4} = 1{,}84$) în apă distilată și se menține cca 2 min pînă se umezește complet. Se scoate, se lasă să se scurgă soluția de pe ea și, apoi, fața sensibilă (gelatinată) a hîrtiei umede se aplică pe suprafața de examinat, evitînd alunecarea. Hîrtia se menține funcție de calitatea ei și de condițiile de lucru timp de 30 s pînă la 5 min (un timp prea lung de menținere dă imagine difuză). Sulfurile reacționează cu $H_2SO_4$ dînd $H_2S$ care intră în reacție cu sărurile de argint din stratul sensibil al hîrtiei, cu formare de AgS, de culoare întunecată.

**AMPRENTĂ SUPERFICIALĂ,** defect la produsele deformate plastic (laminate, forjate, matrițate) sub formă de adînciturі sau ridicături superficiale, rețea de nervuri, urme lăsate de ținder, urme rămase de la lipirea tablelor subțiri.

**ANALIZĂ DILATOMETRICĂ,** metodă fizică de cercetare a materialelor metalice bazată pe faptul că transformările de fază decurg cu schimbări de volum. La atingerea temperaturii critice schimbarea lungimii probei este determinată nu atît de dilatarea liniară cît de transformarea de fază. În acest moment are loc dilatarea (comprimarea) bruscă, la care și curba dilatometrică se îndreaptă corespunzător în jos sau în sus (fig. A.20). **A.D.** se poate efectua simplu sau diferențial. La *analiza dilatometrică simplă* se stabilește variația alungirii probei prelevate din materialul de cercetat în timp și în funcție de temperatură, iar la cea diferențială aceasta se raportează la o probă etalon. *Analiza dilatometrică diferențială* are largă utilizare, datorită preciziei ei mari, la determinarea temperaturilor critice, în special, ale oțelului. Se efectuează pe instalații speciale, numite *dilatometre*, care funcționează pe principiu mecanic sau mecano-optic.

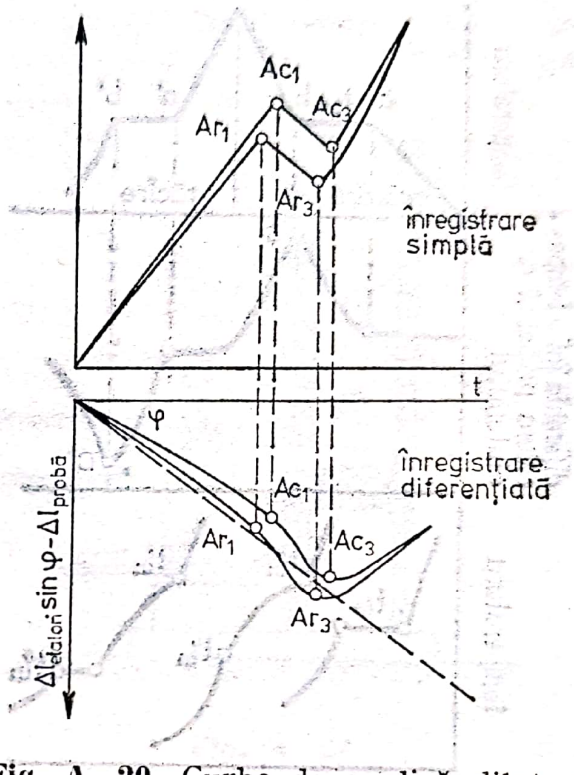



**Fig. A. 20.** Curbe de analiză dilatometrică.

**ANALIZĂ TERMICĂ,** metodă fizică de cercetare a materialelor metalice bazată pe faptul că transformările de fază în materialele metalice (topire și solidificare, transformări alotropice etc.) sînt însoțite de degajare sau absorbție de căldură. Aceste fenomene se pun în evidență prin urmărirea variației temperaturii în timp la încălzirea, respectiv, răcirea probei. Pentru determinarea mai precisă a transformărilor de fază în stare solidă se utilizează *analiza termică diferențială*, care constă în determinarea diferenței dintre temperaturile probei cercetate și temperaturile probei etalon, în care nu au loc

transformări, încălzită (răcită) în condiții identice. În fig. A.21 se prezintă curbe de încălzire și răcire obținute prin analiză termică diferențială. Pe curba temperatură-timp orizontalele *ab* și *a'b'* corespund temperaturilor de transformare $t_{tn}$ și

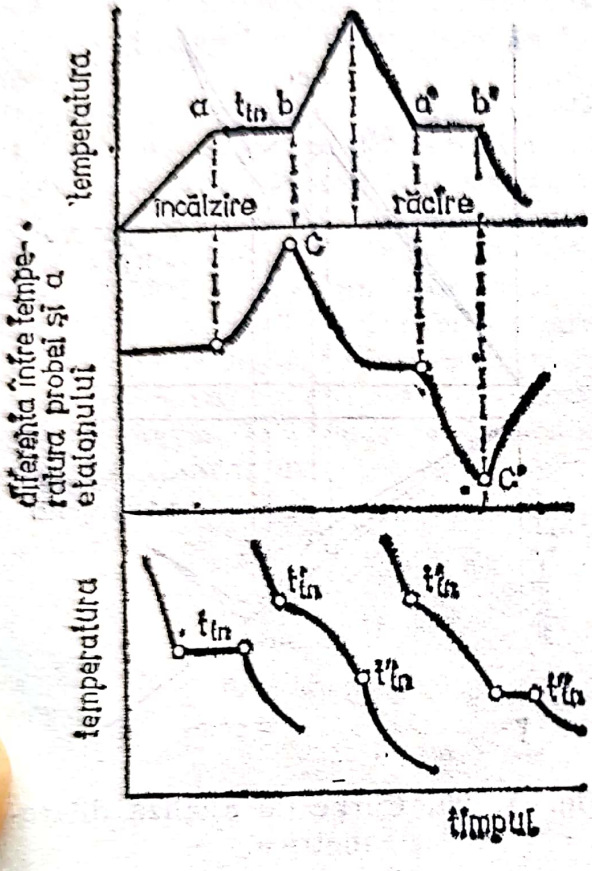



**Fig. A. 21.**

$t'_{tn'}$. Pe curba diferențială temperatură-timp punctele *C* și *C'* corespund sfîrșitului transformării.

**ANDALUZIT,** $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, varietate naturală a silicatului de aluminiu, avînd sistemul de cristalizare ortorombic. Are luciu sticlos și este incolor sau colorat în alb, gri, roșu sau violet. Posedă duritatea 7,5 (scara Mohs), densitatea 3,20 kg/dm³ și un conținut de 36,8% $SiO_2$ și 63,2% $Al_2O_3$. În țara noastră a fost semnalat la Palazu Mare, Runcu, Ocna de Fier, Baia Borșa etc. Se găsește în Austria, R. F. Germania, U.R.S.S., Franța, Spania (la Almeria în Andaluzia de unde derivă și numele) etc. Se folosește ca materie primă pentru obținerea mullitului sau ca piatră prețioasă, iar uneori la fabricarea porțelanurilor speciale.

**ANGLEZIT,** $PbSO_4$, mineral de plumb, cristalizat în sistemul ortorombic. Prezintă culoarea albă, galbenă sau verde, este casant și are densitatea 6,12—6,39 kg/dm³. Conține 26,4% $SO_3$ și 73,6% PbO. În țara noastră se întîlnește la Vișeul de Sus, Cîrlibaba, Gemenea (Cîmpulung Moldovenesc), Poiana Mărului și Șinca Nouă. Zăcăminte importante se găsesc în U.R.S.S., R. F. Germania, Italia, Spania, S.U.A., Mexic, Australia.

**ANIZOTROPIE,** însușire a unui corp de a prezenta proprietăți mecanice, optice, electrice, magnetice etc. dependente de direcție. Fiecare cristal izolat din materialele metalice prezintă **A.** datorită așezării ordonate a atomilor în → *rețeaua cristalină*, care determină ca distanța între atomii vecini și, ca urmare, forțele de legătură dintre aceștia, să difere cu direcția; de ex.: coeficientul de temperatură al dilatării liniare de-a lungul axei principale de simetrie a cristalului de staniu ($\alpha \parallel$) este de aproximativ două ori mai mare decît cel corespunzător direcției perpendiculare pe această axă ($\alpha \perp$). **A.** s-a constatat și în ceea ce privesc proprietățile mecanice, mai ales modulul de elasticitate longitudinal, *E* (de ex.: la rețeaua cubică a fierului raportul dintre $E_1$ de-a lungul feței și $E_2$ de-a lungul diagonalei cubului este 2,5, iar la rețeaua cubică a alamei β este 8,7). Materialele policristaline sînt constituite din multe cristale orientate aleator și sînt izotrope sau aproape izotrope. În cazul acestora **A.** apare cînd ca rezultat al prelucrării (laminare, recoacere

Scanned with OKEN Scanner

etc.) rezultă o orientare preferată a cristalelor într-o direcție (textură). La laminare cristalele se orientează pe o direcție și determină apariția **A.**, în special, a proprietăților mecanice (de ex.: la oțelul laminat limita de curgere, rezilienta și alungirea de-a lungul și perpendicular pe direcția de laminare diferă cu 15—20% uneori chiar pînă la 65%). Monocristalele, semifabricatele obținute prin deformare plastică (laminate, extrudate, matrițate etc.) și prin placare, piesele turnate armate ș.a. sînt anizotrope. **A.** permite scăderea consumului de metal și îmbunătățirea calității produselor metalice. Prin realizarea paletelor motoarelcr turbinelor cu gaze cu structură orientată rezistența acestora la oboseală în condiții de temperatură înaltă crește cu 50%, rezilienta de 2—3 ori, durabilitatea de 3—5 ori, în comparație cu metodele clasice de realizare a lor.

**ANOSOV, PAVEL PETROVICI** (n. 1797, Petersburg (azi, Leningrad) — m. 25 mai 1851, Omsk), metalurg rus. Profesor la universitățile din Kazan și Harcov. Cercetări în domeniul metalurgiei fizice. Studii privind procedeele de elaborare a oțelurilor de calitate superioară; a arătat că elementele de aliere nichel, crom, mangan ș.a. conferă oțelului din care sînt confecționate săbiile de Damasc proprietăți superioare. Autor al procedeului de elaborare a oțelului turnat prin carburarea fierului în creuzete (1833). A introdus studiul microscopic al structurii oțelurilor, marcînd începuturile metalografiei în Rusia. **Op. pr.**: *O prigotovlenii litoi stali* (1827), *O bulatah* (1841).

**ANTECREUZET,** recipient construit din tablă de oțel, căptușit cu material refractar, în care se acumulează o anumită cantitate de metal sau aliaj, înainte de turnare. Se amplasează în fața creuzetului unui cuptor de topire sau elaborare (de unde și numele), cu care este în legătură printr-un canal de scurgere. Pe lîngă rolul de a strînge o cantitate suficientă de metal sau aliaj pentru a se turna în lingouri sau piese, **A.** favorizează omogenizarea compoziției chimice a aliajului și separarea zgurei din baia metalică. Este utilizat, în special, la elaborarea fontei în cubilou (fig. A.22), caz în care are

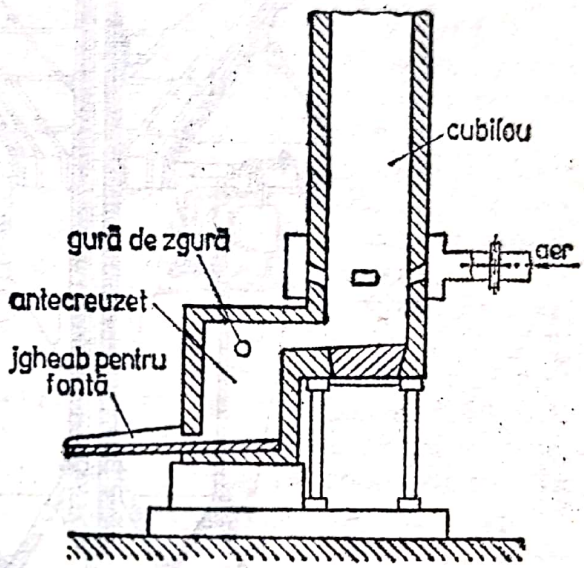



**Fig. A. 22.**

formă cilindrică fixă sau basculantă și este căptușit în interior cu zidărie refractară. **A.** este prevăzut cu un orificiu pentru evacuarea aliajului și un orificiu pentru evacuarea zgurei. Pentru reducerea scăderilor de temperatură, **A.** pot fi încălzite la partea superioară cu arzătoare cu păcură sau de gaz. În **A.** se pot efectua anumite operații metalurgice cum sînt desulfurarea și introducerea anumitor adaosuri în fontă. Se mai folosește și la cuptoarele Watter-Jacket în procesul de elaborare a unor metale neferoase.

**ANTICLOR,** fontă anticorosivă înalt aliată cu 14—16% Si. Are rezistență la rupere relativ mică ($\sigma_r$ = 14 daN/mm²), duritate mare

(*HB* = 400—450) și contracție liniară mare (2%). Se utilizează sub formă de piese turnate rezistente la acid clorhidric și soluții de săruri.

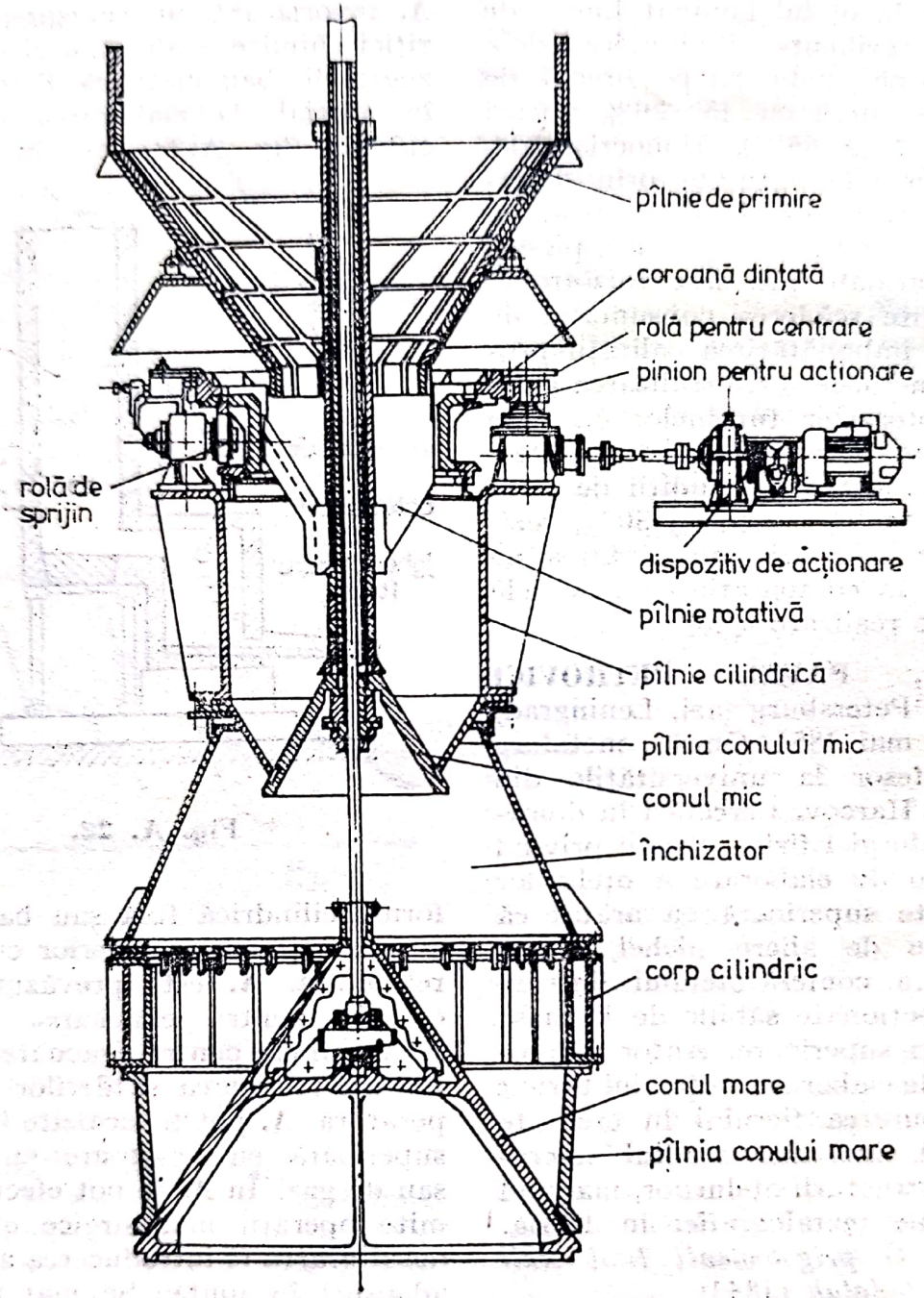



**Fig. A. 23.**

**ANTRACIT,** cărbune fosil de culoare neagră-verzuie, cu luciu metalic, de obicei sfărîmicios, cu conținut mare de carbon fix și cu un procent redus de materii volatile și de cenușă. Are puterea calorifică de 32 340—34 960 kJ/kg. Arde aproape fără flacără și fum. Este probabil cea mai veche varietate de cărbune existentă în scoarța pămîntului. În țara noastră A se extrage din localitatea Schela.

**APARAT ALNOR, CAMERĂ DE CEAȚĂ.**

**APARAT DE ÎNCĂRCARE A FURNALULUI,** utilaj special destinat încărcării furnalului. În prezent, toate furnalele moderne folosesc aparate utilate cu distribuitoare rotative (fig. A.23) care permit uniformizarea așezării materialelor în furnal. Materialele aduse la gura furnalului cu skipuri sau benzi transportoare se încarcă inițial într-o pîlnie de primire din tablă de oțel carbon căptușită în interior cu plăci din oțel manganos demontabile. Pentru a putea prelua materialele de la cele două skipuri situate la o anumită distanță de axa furnalului și a le dirija spre centrul furnalului, pîlnia are o formă specială, fiind foarte alungită la partea superioară și îngustîndu-se la partea de jos unde capătă formă cilindrică, cu un diametru ceva mai mic decît al pîlniei distribuitorului rotativ. Distribuitorul rotativ poate fi cu rotire discontinuă sau cu rotire continuă. La distribuitorul cu rotire discontinuă materialul adus cu skipul și descărcat în pîlnia conului mic (distribuitorul rotativ) este rotit împreună cu acesta, cu unghiuri de 60°, înainte de a fi lăsat să cadă pe conul mare; materialul căzut pe conul mare este distribuit suficient de uniform față de axa verticală a furnalului și poate fi lăsat să cadă în furnal. La distribuitorul cu rotire continuă, pîlnia conului mic este fixă; între aceasta și pîlnia de primire se află însă o pîlnie rotativă prevăzută cu o deschidere prin care materialul cade în pîlnia conului mic; în timpul descărcării skipului, pîlnia rotativă se rotește cu 15—30 rot./min, iar materialul este așezat simetric față de axa furnalului. Durata coborîrii și a ridicării conurilor este 5—10 s, iar pauza între coborîre și ridicare de 6 s. Conurile sînt suspendate prin intermediul unor dispozitive speciale denumite balansiere și sînt acționate cu ajutorul troliilor electrice, cilindrilor pneumatici sau al cilindrilor hidraulici. La furnalele mici, unde încărcarea se poate face cu chibla (dispozitiv care poate asigura repartizarea uniformă a materialelor la gura furnalului) aparatul are o construcție simplă, fiind fără distribuitor rotativ.

**APATIT,** $Ca_5[(F, Cl)/(PO_4)_3]$, fosfat de calciu, cristalizat în sistemul hexagonal dipiramidal. Are duritatea 5 (scara Mohs) și densitatea 3,17—3,23 kg/dm³. Prezintă culoarea verde-oliv, verde-albastru, violet-albastru; poate fi și albă (ca și urma), gri, roșu sau brun. Sînt varietăți care conțin clor și fluor, unele numai clor, altele numai fluor și, în sfîrșit, unele conținînd și oxidril, astfel încît formula generală se poate scrie: $Ca_5[(Cl, F, OH)/(PO_4)_3]$. Fluor-apatitul conține: 42,37% $P_2O_5$, 55,5% CaO, 3,8% F. Clor-apatitul conține: 41,0% $P_2O_5$, 53,8% CaO și 6,8% Cl. **A.** cu fluor se întîlnesc în roci acide, iar cele cu clor în roci bazice. În țara noastră se găsește în Carpații Orientali, Carpații Meridionali, Dobrogea, Ditrău, Lipova, masivul Parîngului. Zăcăminte importante se găsesc în U.R.S.S., S U.A., R. D. Germană, R.S.C., Italia, Suedia etc. Se folosește, în special, la fabricarea îngrășămintelor fosfatice, iar în metalurgie pentru elaborarea fero-fosforului.

**ARDERE,** reacție chimică, exotermă, de combinare a unor elemente sau substanțe chimice (simple sau complexe) cu oxigenul, însoțită sau nu de emisie de lumină (flacără). **A.** propriu-zisă are loc numai în fază gazoasă, **A.** substanțelor lichide sau solide fiind precedată de gazeificarea acestora prin vaporizare sau descompunere termică. Uneori, reacția începe la temperatură obișnuită, dar, în general, are loc numai la temperaturi superioare. *Temperatura de aprindere* reprezintă temperatura minimă la care trebuie încălzit un combustibil în prezența aerului sau a oxigenului

Scanned with OKEN Scanner

pentru a se aprinde. *Temperatura de ardere* reprezintă temperatura minimă la care un combustibil se aprinde și arde în continuare, pînă la epuizare. *Viteza de ardere* este viteza cea mai mică cu care se propagă **A.** în amestecul combustibil omogen. Pentru combustibilii gazoși (respectiv, vaporii de combustibili lichizi) este important să se cunoască cantitativ amestecul cel mai sărac și cel mai bogat de gaz cu aer, care poate să ardă (carbonul pînă la $CO_2$ și hidrogenul pînă la $H_2O$). Procentul de gaz combustibil în amestec se numește *limita inferioară de ardere*, respectiv, *limita superioară de ardere* sau *limită de explozie*. Cantitatea de aer care ia parte la reacție este de cele mai multe ori diferită de cea stoechiometrică. Coeficientul excesului de aer, $\lambda$, reprezintă raportul dintre cantitatea reală de aer, $L_r$, și cea stoechiometrică (teoretică) $L_0$, necesară **A.** Dacă $\lambda > 1$, **A.** are loc cu exces de aer, dacă $\lambda < 1$, **A.** are loc cu lipsă de aer.

**ARGENTIT,** $Ag_2S$, mineral de argint, cristalizat în sistemul cubic. Gri-albastru, adesea negru sau brun, are duritatea 2—2,5 (scara Mohs) și densitatea 7—7,4 kg/dm³. Conține 87,07% Ag și 12,94% S. În țara noastră se găsește la Oravița, Băița (jud. Bihor), Cavnic, Rodna etc. Zăcăminte importante se găsesc în R. D. Germană, Mexic, Perú, S.U.A., U.R.S.S. etc. Constituie materia primă utilizată în metalurgia argintului.

**ARGHIRODIT,** $4Ag_2S \cdot GeS_2$, mineral de argint și germaniu. Cristalizează în sistem cubic și prezintă culoarea gri. Are duritatea 2,5 (scara Mohs) și densitatea 6,2 kg/dm³. Conține 76,5% Ag, 6,5% Ge și 17% S. Se folosește ca materie primă în metalurgia argintului și a beriliului. Se întîlnește în R. D. Germană, Bolivia, Argentina etc.

**ARGILĂ,** produs rezultat prin descompunerea naturală, totală sau parțială, a mineralelor silico-aluminoase care reprezintă silicați naturali (feldspați, nefeline, leucite etc.), din rocile magnetice (granite, pegmatite), metamorfice (gnaisuri, micașisturi) și, mai rar, prin sedimentare, sub acțiunea apei și a $CO_2$ din natură. Cele mai răspîndite minerale în **A.** sînt caolinitul ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), montmorillonitul $\{Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \, nH_2O\}$ și micele hidratate (hidromică, hidromuscovit, ilit etc.). Componenții săi principali sînt: 30—70% $SiO_2$, 10—40% $Al_2O_3$ și 5—10% $H_2O$ iar cei secundari: $TiO_2$, $Fe_2O_3$, FeO, MnO, MgO, CaO, $K_2O$, $Na_2O$. În afara acestora mai conține impurități de minerale neargiloase, părți nedescompuse de la vegetale sau de la viețuitoare și de minerale nou formate cum sînt: carbonați, gips, oxizi de fier etc. (La un conținut mare de impurități se poate deja vorbi de roci sedimentare (nisipuri argiloase, marne etc.) și nu de **A.**) **A.** se prezintă sub formă de foițe cu grosime mai mică de 0,01 mm, care la rîndul lor sînt formate din lamele cu grosimea de 7—14 Å. Forțele care consolidează ionii ce compun lamelele (forțele ionice) sînt puternice, iar cele care asociază lamelele, slabe. **A.** posedă următoarele proprietăți: umflare, contracție, adsorbție, plasticitate, vitrifiere și refractaritate. *Umflarea* se datorește faptului că moleculele de apă pătrund ușor între pachetele succesive de lamele ale mineralelor componente, depărtîndu-le. În cazul argilelor montmorillonitice (bentonita) umflarea poate fi de 5—7 ori. *Contracția* este o urmare a faptului că aceeași **A.** plasată în mediu uscat sau la încălzire la temperaturi moderate pierde apa și pachetele de lamele se apropie între ele. *Adsorbția* reprezintă capacitatea mineralelor argiloase de a reține între pachetele de lamele apa. Această proprietate, de

intensitate maximă în cazul argilelor montmorillonitice sodice (absorb 600—700% apă), determină multiple utilizări în industrie (construcții, foraj, rafinării de petrol etc.) *Plasticitatea*, respectiv, capacitatea de a forma cu apa o pastă care sub acțiunea presiunii capătă forma dorită, se datorește forțelor moderate de legătură dintre moleculele de apă prezente între pachetele de lamele. *Refractaritatea* se datorește faptului că componenții de bază ai mineralelor argiloase sînt refractari (p.t.$SiO_2$= = 1713°C; p.t.$Al_2O_3$= 2050°C). Argilele refractare se caracterizează prin conținut mare de $Al_2O_3$ (30—42%). Componenții însoțitori nu trebuie să depășească limitele: 3—4% $Fe_2O_3$, 1—2% $TiO_2$, 0,8% CaO și 0,2—0,3% $SO_3$. Ele au înaltă putere liantă, plasticitate și refractaritate (nu < < 1600—1670). În metalurgie se utilizează la fabricarea cărămizilor refractare pentru cuptoarele metalurgice, ca liant în turnătorii și la fabricarea unor elemente de ceramică fină sau electroceramică.

**ARGINT,** Ag, element metalic din grupa I-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 47, masa atomică 107,87, valența I, II, III. Considerat printre primele metale cunoscute de om, se găsește răspîndit în natură atît în stare nativă cît și sub formă de combinații (argentit, galene argentifere etc.). Are culoarea albă și cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate, fără alte forme alotropice. Este un metal moale, puțin rezistent, dar față de celelalte metale posedă cele mai bune conductibilități termică și electrică. Are densitatea 10,5 kg/dm³, p.t. 960°C, p.f. 2170°C, căldura masică (la 20°C) 234 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $4,186 \cdot 10^{-2}$ W/m·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,015 $\Omega \cdot mm^2/m$, rezistența de rupere la tracțiune 13,8 — 14,4 daN/mm², alungirea $\delta$ = 48—50% și duritatea $HB$ = 25. Este un metal foarte maleabil și ductil, caracteristicile sale mecanice fiind influențate de conținutul de impurități și de gradul de deformare plastică. Din punct de vedere chimic face parte din categoria metalelor cu o reactivitate foarte scăzută. Nu este atacat de oxigenul din aer la umiditatea obișnuită. Este dizolvat de acizii anorganici cu caracter oxidant (acidul sulfuric concentrat sau acidul azotic diluat). Rezistă la acțiunea hidroxizilor alcalini. Acizii halogenați îl atacă puternic formînd sărurile respective. Față de sulf prezintă o foarte mare afinitate. Formează o mare varietate de combinații complexe stabile, atît în soluție cît și în stare solidă, în care este de obicei monovalent. Industrial se produce: *argint pur* (min. 99,95% Ag) obținut pe cale electrolitică și *argint tehnic* cu cca 99,5% Ag (utilizat pentru contacte electrice, la fabricarea diverselor instrumente medicale, la confecționarea obiectelor de podoabă și pentru elaborarea aliajelor pe bază de A.).

*METALURGIA ARGINTULUI* → cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea acestuia. Materiile prime utilizate conțin argint fie în stare nativă, fie sub formă de minerale ca: argentit, proustit, kerargirit și discrasit. În mod frecvent minereurile aurifere conțin și argint, din care motiv metalurgia argintului este similară metalurgiei aurului. Folosind metoda→*amalgamării* sau a→*cianurării* se obține un aliaj de aur și argint. Cînd acesta conține mai mult argint rafinarea electrolitică a aliajului se aplică în scopul obținerii argintului pur; nămolul rezultat se rafinează într-o cuvă de formă paralelipipedică numită *baie de electroliză tip Moebius* (fig. A.24). Aceasta se execută din porțelan sau ebonită; anodul este format din plăci turnate

din aliaj brut (argint-aur), iar catodul din plăci de aluminiu sau argint pur. Ca electrolit se utilizează o soluție de 1—3% $AgNO_3$ și 0,5—1% $HNO_3$. Odată cu argintul în electrolit se dizolvă și o parte din impurități

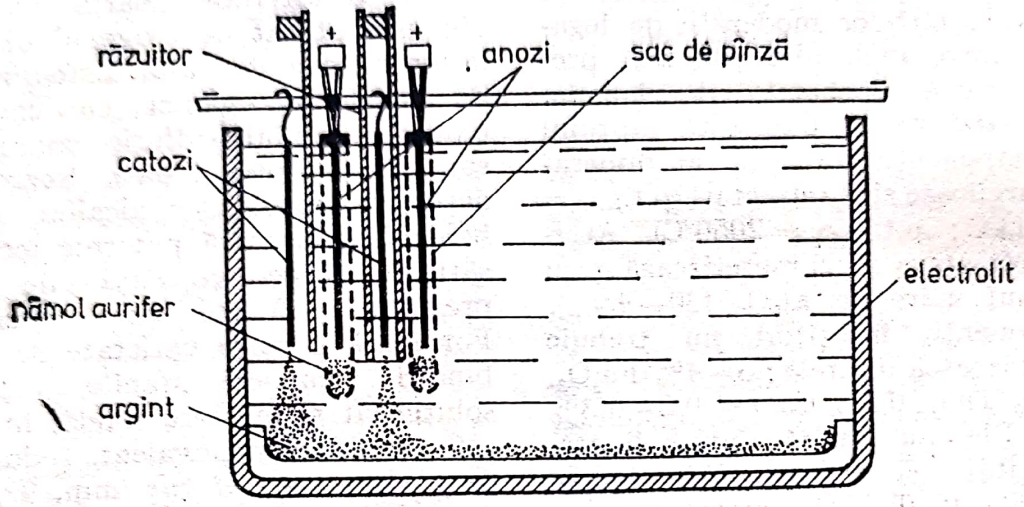
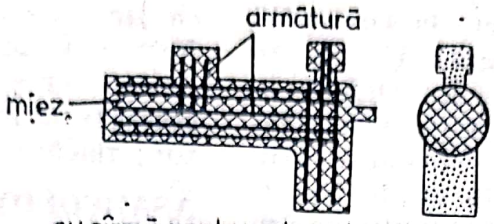



**Fig. A. 24.**

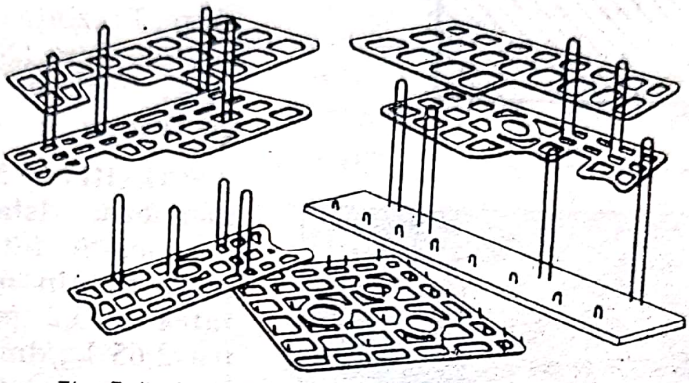
cum sînt: cuprul, plumbul, bismutul. Alte elemente, în special, aurul și platina, nu se dizolvă și rămîn pe fundul cuvei de electroliză, în dreptul anodului. Pentru a nu se amesteca cu cristalele de argint care uneori cad pe fundul băii de electroliză, anodul se introduce într-un sac de pînză. Nămolul anodic colectat în acești saci, conținînd întreaga cantitate de aur din aliaj, se prelucrează ulterior în vederea valorificării aurului. Argintul depus la catod, cu un grad de puritate de 99,9% Ag se topește și se toarnă în lingouri.

**ARMĂTURĂ,** (în turnătorie), elemente metalice simple sau asamblate introduse la formare sau miezuire în masa amestecului pentru a crește rezistența mecanică a unor zone ale formei sau miezului, în special, la încovoiere. Se execută din sîrmă, țeavă etc. de oțel sau turnate din fontă, în funcție de configurația zonei pe care trebuie s-o întărească. Formele executate în rame cu deschidere mare se armează prin intermediul nervurilor prevăzute la→*rama de formare*. În cazul pieselor de serie mică sau unicate forma superioară se armează cu cîrlige din sîrmă îndoită, care se leagă la un capăt de nervurile ramei, celălalt capăt, îndoit, apropiindu-se de suprafața modelului. Forma se armează introducînd în aceasta cuie de formare cu lungimea de 40—150 mm, diametrul de 1—2 mm și greutatea de 0,025—0,440 kg/100 buc., plasate unul față de altul la 25—120 mm, în funcție de natura formei (crudă sau uscată) și alți factori tehnologici. În fig. A.25 se prezintă diverse tipuri de **A.** utilizate la miezuri. Folosirea **A.** împiedică apariția unor defecte (incluziuni de amestec de formare, cruste, dimensiuni și mase necorespunzătoare etc.) în piesele turnate.

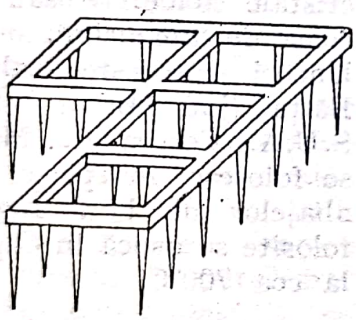
**ARSURĂ 1.** Oxid de fier rezultat din oxidarea superficială a lingourilor sau a altor piese din aliaje Fe—C în timpul prelucrărilor efectuate la cald (laminare, forjare, tratament termic etc.). Se prezintă sub aspectul unor foițe subțiri, sfărîmicioase și este alcătuită din trei straturi de



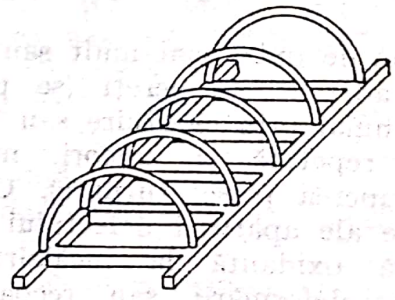

cu sîrmă, pentru miezuri mici și mijlocii

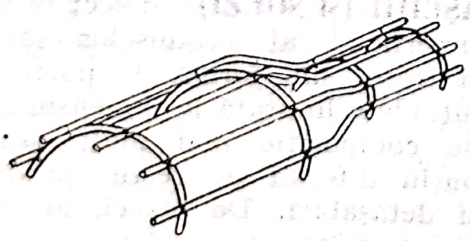


armătură din fontă turnată cu adaos de sîrmă îndoită, pentru miezuri mari

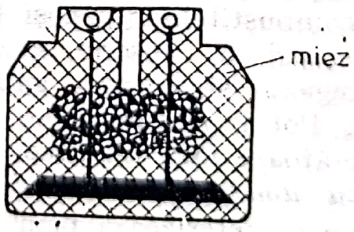


pentru miezuri mari





pentru miezuri mijlocii și mari

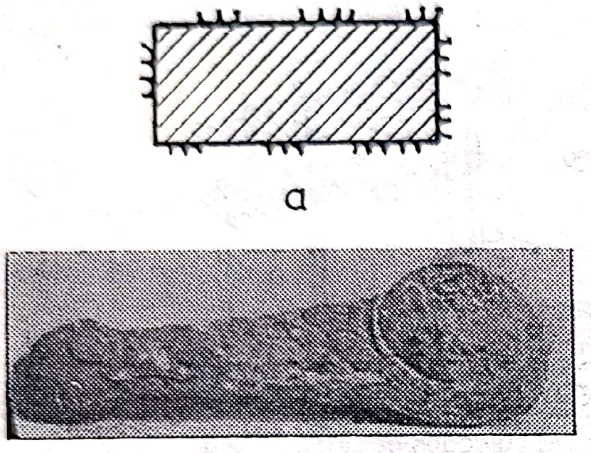



armătură cu mînere pentru transport și așezare în formă

**Fig. A. 25.**

Scanned with OKEN Scanner

oxizi de fier: $Fe_2O_3$ în exterior, $Fe_3O_4$ la mijloc și FeO la contactul cu suprafața neoxidată. Uneori se mai numește *țunder*. **2.** Defect la piesele turnate recoapte (fonte maleabile) sau la piesele obținute prin deformare plastică din aliaje Fe—C supraîncălzite. Se prezintă (fig. A.26)



*a*

*b*

**Fig. A. 26.** Arsură:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

ca strat de oxizi mai mult sau mai puțin aderent de pereți (se poate rupe numai prin ciocănire sau încovoiere repetată și, uneori, numai prin ruperea piesei turnate). Cauze posibile ale apariției defectului: atmosferă oxidantă la încălzire în vederea deformării sau recoacerii, pătrundere de exces de aer din exterior în cuptor ș.a.

**ARZĂTOR,** dispozitiv utilizat pentru arderea combustibililor gazoși (gazul natural, gazul de cocserie, gazul de furnal, bigazul și, uneori, gazul de gazogen). Pot fi arzătoare cu amestec și arzătoare fără amestec. *Arzătoarele cu amestec (arzătoarele fără flacără)* se caracterizează prin faptul că arderea se produce după formarea amestecului dintre combustibil și aer, și decurge cu viteză foarte mare, flacăra fiind scurtă și transparentă. La *arzătoarele fără amestec (arzătoare cu flacără)* arderea se produce fără formarea prealabilă a amestecului dintre aer și gazul combustibil, oxigenul fiind luat din mediul înconjurător; flacăra este luminoasă și lungă.

**ASARCOLOY,** aliaj antifricțiune Cd—Ni. Conține 1,3—1,5% Ni și este utilizat la fabricarea cuzineților pe care se sprijină axuri cu turație mare. Prezintă o structură formată din cristale dure ($NiCd_7$), înglobate într-o masă moale de eutectic. Temperatura de turnare este de 380—400°C.

**ASCHARIT,** $MgHBO_3$, borat de magneziu cristalizat în sistemul ortorombic. Se întîlnește în fibre mătăsoase sau în mici nodule. Are duritatea de 3,2 (scara Mohs), densitatea 2,65 kg/dm³ și culoarea deschisă. În țara noastră se întîlnește în skarnele de la Ocna de Fier, alături de magnetit și hematit sub formă de cristale aciculare sau agregate sol zoase de dimensiuni submicroscopice. Uneori însoțește calcarele de la Băița (jud. Bihor). Se găsește în S.U.A., Coreea etc. Minereurile cu **A.** se folosesc, în special, la elaborarea aliajelor de bor. Înainte de a fi folosite se usucă în cuptoare rotative la cca 700°C.

**ASTUPARE,** operație de închidere a orificiului de scurgere a zgurei și a unui metal sau aliaj, în stare lichidă, dintr-un cuptor de elaborare (furnal, cubilou, cuptor Siemens-Martin etc.).

**AȘCHII (și SOLZI),** defect în stratul superficial al produselor laminate și trase, sub formă de porțiune cu întindere limitată la dimensiuni mici, de compoziție mai mult sau mai puțin diferită de restul produsului și detașabilă. De obicei, are formă lamelară și mai ascuțită la un capăt, solzul avînd un contur mai rotunjit.

**ATMOSFERA CONTROLATĂ,** mediu gazos de încălzire a cărui compo-

ziție chimică poate fi controlată și reglată în limitele stabilite, astfel încît să se obțină anumite efecte la suprafața pieselor încălzite (protecția împotriva oxidării sau decarburării, reducerea straturilor de oxizi sau îmbogățirea straturilor superficiale cu anumite elemente). După modul de preparare pot fi: atmosfere prin gazeificarea combustibililor solizi (simbol G), atmosfere din hidrocarburi (gazoase sau lichide), atmosfere din amoniac, atmosfere din alcool metilic și atmosfere ale gazelor din afara secției (hidrogen tehnic, gaze inerte, amestecuri de gaze). *Atmosferele din hidrocarburi* pot fi exoterme (exogaz) obținute prin arderea parțială sau totală, cu degajare de căldură, a unui amestec de gaz combustibil cu aer (coeficient de exces de aer $\alpha = 0{,}55-1{,}00$), purificate (EXP) sau nu (EX), endoterme (endogaz) (obținute prin arderea parțială și disocierea, cu consum de căldură, a unui amestec de gaz combustibil cu exces de aer, ($\alpha = 0{,}55-0{,}65$) sau disociate cu aburi. Atmosferele exoterme pot fi sărace ($\alpha = 0{,}85-1{,}00$) sau bogate ($\alpha = 0{,}55-0{,}65$). *Atmosferele din amoniac* se obțin prin disociere termică urmată sau nu de purificare, prin disociere termică și ardere exotermă a amoniacului urmată de purificare. *Atmosferele din alcool metilic* se obțin prin picurarea și disocierea termică a alcoolului metilic urmată sau nu de purificare. (Prin purificare se înțelege operația de îndepărtare a unuia sau mai multor componenți ($H_2O$, $CO_2$, CO, $H_2$) din **A.C.**).

**ATMOSFERA CUPTORULUI,** mediul gazos rezultat prin arderea de combustibil (solid, lichid sau gazos) în vederea degajării căldurii necesare elaborării materialelor metalice, care vine în contact cu încărcătura, respectiv, cu suprafața materialului metalic lichid. După caracterul interacțiunii chimice cu încărcătură metalică folosită la elaborare poate fi: oxidantă, reducătoare și neutră. Caracterul flăcării, respectiv, atmosferei cuptorului se poate recunoaște privind cu ochiul liber. Limitele superioare verzi ale acesteia indică *atmosferă oxidantă*, aspectul fumegînd *atmosferă reducătoare*, iar nefumegînd *atmosferă aproximativ neutră*. Există și alte metode de determinare a caracterului flăcării. Una din ele constă din introducerea unei bucăți de zinc în **A.C.**; dacă aceasta se acoperă cu funingine rezultă că atmosfera este reducătoare, iar dacă nu, oxidantă

**AUR,** Au, element metalic din grupa I-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 79, masa atomică 196,967, valența I, III. Este cunoscut ca primul metal folosit de om. În natură se găsește în stare nativă și mai rar sub formă de combinații (telururi). Metal nobil de culoare galben-aurie, moale, cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și nu prezintă alte forme alotropice. Are densitatea 19,3 kg/dm$^3$, p.t. 1063°C, p.f. 2600°C, căldura masică (la 20°C) 1287 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $3{,}091\cdot10^{-2}$ W/m·K, rezistivitatea electrică (la 0°C) 0,0206 $\Omega\cdot$mm$^2$/m, rezistență de rupere la tracțiune 12,2 daN/mm$^2$, alungirea $\delta = 40-50\%$ și duritatea $HB = 18$. Caracteristicile mecanice depind de gradul de deformare plastică și de conținutul de impurități. Ca proprietăți tehnologice, **A.** este caracterizat ca metalul cu cea mai mare maleabilitate și ductibilitate. Puțin reactiv din punct de vedere chimic, stabil în aer, apă, hidroxizi, acid azotic și acid sulfuric, se dizolvă în apă regală. Combinațiile cele mai stabile sînt ale **A.** trivalent, Aproape toate metalele precipită **A.** din soluțiile sărurilor lor. Industrial se produce: *aur de mare puritate*, denumit *aur de 24 carate* (min. 99,99% Au), utilizat în lucrări den-

Scanned with OKEN Scanner

tare, la producerea unor filtre selective de lumină, în confecționarea unor aparate de laborator; *aur rafinat* (99,95—99,99% Au) folosit în lucrări dentare, acoperiri galvanice, bijuterii etc.; *aur tehnic pur* (99,5% Au). Dintre țările producătoare de A. fac parte: Africa de Sud, U.R.S.S., Canada, S U.A., Australia, Rhodezia.

*METALURGIA AURULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare a acestuia. Ca materii prime se folosesc zăcămintele în care aurul se găsește în stare nativă, sub formă de pepite sau foarte dispersat. (Se mai poate prezenta și sub formă de minerale, cum este calaveritul.) În prima etapă se extrage aur sub formă de amalgam (prin amalgamare) sau sub formă de soluție de cianură de sodiu și aur (prin cianurare). Amalgamarea se aplică minereurilor care conțin aur cu granulație mai mare, iar cianurarea minereurilor care conțin aur cu granulație fină. Amalgamul obținut prin amalgamare externă sau amalgamare internă se filtrează pentru îndepărtarea mercurului în exces, iar masa păstoasă rămasă se supune distilării la temperaturi care variază de la 350 la 800°C. Prin îndepărtarea mercurului sub formă de vapori, în retorta de distilare rămîne în final un material spongios care conține și argint (aur ars). Acesta se topește la 1200°C, în creuzete de grafit cu fondanți (borax, sodă etc.) și se toarnă în lingouri care urmează să se rafineze pe cale electrolitică pentru obținerea aurului de mare puritate (aur fin) și pentru separarea argintului. În comparație cu amalgamarea, cianurarea este o metodă mult mai des folosită. În soluție, pe lîngă cianura dublă de aur și sodiu se găsește și cianura dublă de argint și sodiu. Adăugînd zinc în această soluție, aurul și argintul precipită conform reacțiilor:

$$2NaAu(CN)_2 + Zn = 2Au + Na_2Zn(CN)_4$$

$$2NaAg(CN)_2 + Zn = 2Ag + Na_2Zn(CN)_4.$$

Operația are loc în bazine din lemn, zincul fiind introdus sub formă de pulbere sau strunjitură. Precipitatul mai conține impurități, în special, zinc, din care motiv se tratează cu acid sulfuric diluat. După spălare și filtrare urmează o topire într-un creuzet de grafit, ca și în cazul aurului ars. Aurul brut obținut prin amalgamare sau prin cianurare se rafinează într-o cuvă special amenajată, *baie pentru electroliza aurului*. Aceasta se execută din porțelan și se montează în vase metalice prin care circulă apă caldă, pentru ca electrolitul să poată fi menținut la o temperatură de cca 60°C. Ca electrolit se folosește o soluție de clorură de aur, $AuCl_3$. Anozii se confecționează din plăci din aur brut, iar catozii din plăci din aur fin. În timpul electrolizei aurul din anozi trece în soluție și, apoi, se depune pe catod. O cantitate importantă de aur se extrage și din nămolurile rezultate la rafinarea electrolitică a cuprului. În acest caz se aplică o tehnologie diferită, rezultînd în final un aliaj de aur și argint din care aurul se separă pe cale electrolitică.

**AUSTENITĂ,** soluție solidă de carbon și elemente de aliere în $Fe\gamma$ (pînă la 2%), constituent al aliajelor Fe—C. În oțeluri carbon și fonte este stabilă peste 723°C, în oțelurile mediu aliate călite este nestabilă *(austenită reziduală)*, iar în oțelurile relativ înalt aliate este stabilă la temperatura obișnuită. Are rezistență mecanică mare ($\sigma_r = 75$ daN/mm²) și este relativ moale ($HB =$

= 200), plastică ($\delta = 50\%$), tenace ($KCU = 20$ daNm/cm$^2$), rezistentă la coroziune și nemagnetică. La microscop apare de formă poligonală alotriomorfă (fig. A.27). *Transformarea austenitei* la răcire reprezintă un proces de difuzie și de transfor-

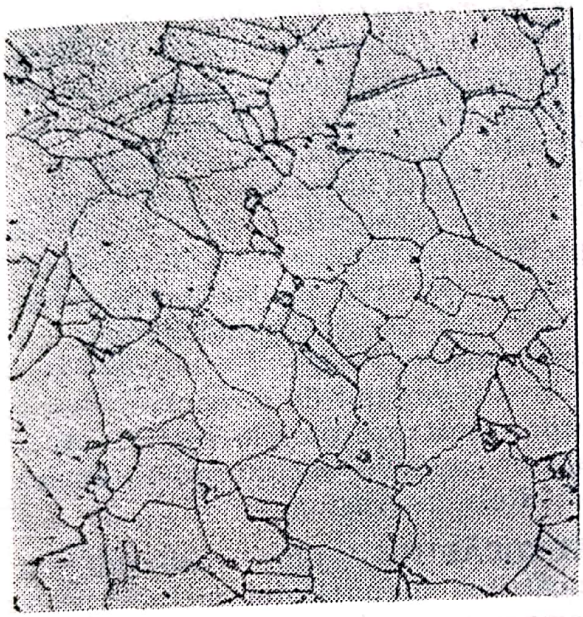


**Fig. A. 27.** Microstructura austenitei (250 : 1).

mare alotropică ($Fe\gamma \rightarrow Fe\alpha$). Procesul de separare prin difuzie a carbonului din **A.** decurge mult mai încet ca transformarea alotropică, fiind esențial influențat de viteza de răcire. Procesul de transformare a **A.** nu decurge instantaneu ci după un anumit interval de timp numit *perioadă de incubație*. La creșterea vitezei de răcire în raport cu răcirea încetă, în condiții de echilibru, punctele critice $A_3$ și $A_1$ se apropie și determină micșorarea cantității de ferită și creșterea celei de perlită separate. La o anumită viteză de răcire, numită *viteză critică inferioară*, din **A.** se separă numai perlită. La răcire încetă procesul de difuzie a carbonului decurge normal și perlita separată, numită perlită lamelară, cu distanța între lamele de cca 0,5 — 1 μm, se observă clar la microscopul optic. La viteze mai mari de răcire perioada de incubație se micșorează, difuzia carbonului este îngreuiată și ca rezultat perlita, numită perlită sorbitică, devine mai fină (distanța între lamele este de 0,2 μm), caracterul ei lamelar nemaiputînd fi sesizat la microscopul optic (apar numai zone întunecoase) ci numai la microscopul electronic. La viteze și mai mari de răcire perioada de incubație se micșorează și mai mult, ajungînd minimă la 550°C ; în aceste condiții apare constituentul perlitic cel mai fin numit troostită sau perlită nodulară, la care lamelele de ferită și cementită, foarte fine (0,1 μm), nu mai sînt alternante ci sub formă de rozetă. Acest caracter nu e vizibil la microscopul optic, unde apare ca nodule întunecate, ci la microscopul electronic. La răcire continuă sub 550°C perioada de incubație a transformării austenitei se mărește la scăderea continuă a temperaturii sub valori determinate, notate cu $M_s$, variabile cu conținutul de carbon (de ex. : pentru oțeluri cu 0,8% C, $M_s$ este 250°C) ; difuzia carbonului este împiedicată și apare constituentul numit martensită, soluție solidă suprasaturată de carbon în $Fe\alpha$ ; *transformarea martensitică a austenitei* încetează la temperaturi sub $M_s$ notate cu $M_f$. La subrăcire în intervalul cuprins între temperatura la care începe creșterea perioadei de incubație (la oțelul carbon, 550°C) și temperatura la care apare martensita și la menținere constantă un interval de timp la una din aceste temperaturi, pentru desfășurarea completă a transformării, se obține *transformarea izotermă (intermediară) a austenitei*, din care rezultă constituentul numit→*bainită*. Cînd se separă în limitele superioare ale acestui interval se numește bainită superioară, iar cînd se separă la limita inferioară se numește bainită infe-



Scanned with OKEN Scanner

rioară. Bainita este tot constituent perlitic, cu aspectul troostitei, cu deosebirea că în loc de lamele se formează ferită suprasaturată în carbon și cementită, de formă aciculară, cu aspect caracteristic la microscop. Succesiunea transformărilor austenitei la răcire, în coordonate temperatură-timp este reprezentată în diagrame $T-T-T$ (transformare—temperatură—timp). În fig. A.28 este reprezentată diagrama $T-T-T$ a oțelurilor eutectoide. Pe diagrama de transformare a austenitei aliate, la un oțel cu 0,4% C, 2% Mn și 0,1% V, se deosebește clar domeniul perlitic (640—520°C), al transformării izoterme (480—300°C) și al stabilității **A.** (fig. A.29). La *transformarea perlitică a austenitei* aliate în multe cazuri se formează amestec de ferită și carburi speciale. Elementele de aliere, cu excepția cobaltului, măresc durata perioadei de incubație a transformării austenitei. Legile transformării austenitei se folosesc la prelucrarea oțelurilor aliate destinate, în special, proceselor de tratament termic și termochimic, iar diagramele $T-T-T$ permit stabilirea regimului de recoacere, răcire, călire izotermă etc. la oțeluri. **A.** a primit numele metalurgului englez W. Roberts-Austen.

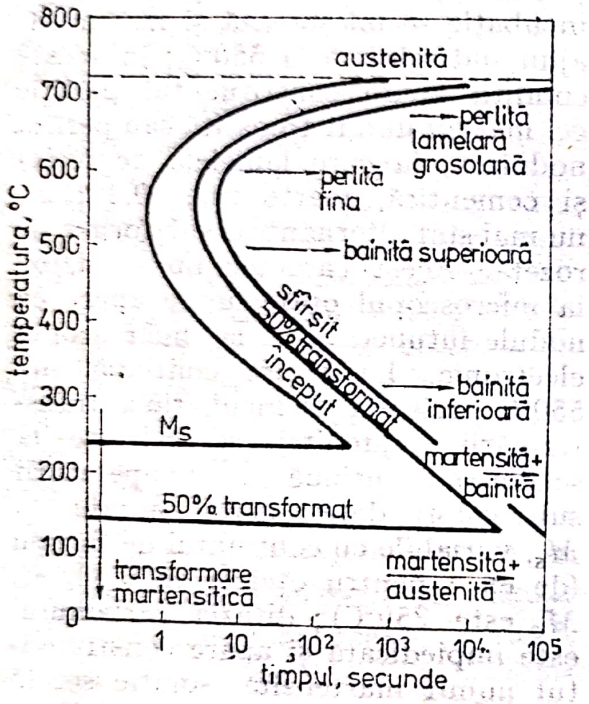



**Fig. A. 28.**

**AUTOCĂLIRE,** călire realizată prin încălzirea materialului metalic peste temperatura de transformare ($Ac_3$ la aliajele Fe—C) și răcire în aer. **A.** se obține la oțelurile înalt aliate cu mare stabilitate a austenitei subrăcite în intervalul temperaturii critice de început de transformare martensitică, la unele aliaje de Mg și la alte aliaje.

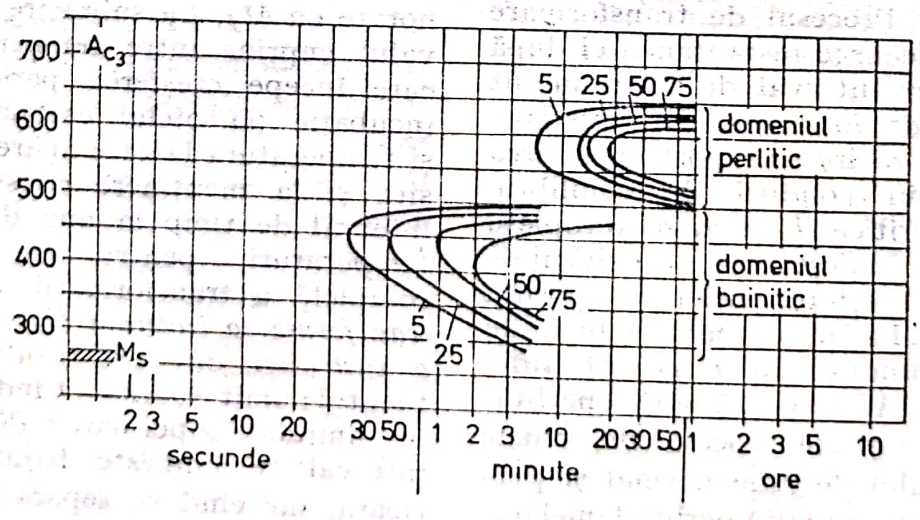



**Fig. A. 29.**

**AUTOCLAVĂ,** recipient în care au loc procese fizice sau chimice la presiuni ridicate și de cele mai multe ori, la temperaturi mai înalte decît temperatura obișnuită. Este prevăzută cu un capac etanș, presiunea realizîndu-se, în majoritatea cazurilor, cu ajutorul compresoarelor, pompelor etc.

**AUTOREVENIRE,** revenire care se realizează folosind căldura remanentă a miezului unei piese călite.

**AZBEST,** $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, silicat de magneziu hidratat, varietate naturală a serpentinei. Cristalizează în sistemul monoclinic, ca și serpentina și conține: 43% MgO, 44,1% $SiO_2$ și 12,9% $H_2O$. Se prezintă sub formă de plăci sau bucăți formate din fibre lungi, are culoarea verde sau verde închis și un luciu metalic mătăsos. În țara noastră se găsește în Munții Almajului (Plavișevița, Tisovița). Se mai găsește în U.R.S.S. Austria, Canada, S.U.A. etc. Se utilizează ca material termoizolant sub formă de plăci sau de șnur. Încălzit la peste 500°C se calcinează transformîndu-se în praf, din care motiv nu se poate utiliza, fără a se distruge, decît la temperaturi sub 500°C. Sin. *chrysotil.*

**AZURIT,** $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, mineral de cupru. Cristalizează în sistemul monoclinic și prezintă culoarea albastră de azur. Are duritatea 3,5—4,0 (scara Mohs) și densitatea 3,7—3,8 kg/dm³. Conține: 26,5% $CO_2$, 69,3% CuO și 5,2% $H_2O$. În țara noastră se găsește la Altîn-Tepe, Căzănești, Baia de Arieș, Cavnic. Zăcăminte importante se găsesc în Franța, U.R.S.S., Australia, S.U.A. Se folosește ca minereu de cupru.

Scanned with OKEN Scanner

# B

**BABIT,** denumire dată aliajelor antifricțiune pe bază de Sn și pe bază de Pb. Conținutul de Sn este cuprins între 5 și 83%, de Pb între 2 și 88%, de Sb între 6 și 17%, de Cu între 1 și 6%, de Zn pînă la 1%. Caracteristici mecanice: $HB = 16 - 32$; $\sigma_c = 13 - 17$ daN/mm² (min.); turtire, pierdere de înălțime 16—20% (min.), densitatea 7,5—10,5 kg/dm³. Se utilizează ca aliaj antifricțiune pentru cuzineți la turbine cu abur, turbocompresoare, vagoane, electromotoare etc. Poartă numele metalurgului american J. Babbit.

**BADDELEIT,** $ZrO_2$, oxid de zirconiu, cristalizat în sistemul monoclinic. Are duritatea 6—7 (scara Mohs) și densitatea 5,7—6,0 kg/dm³. Prezintă culoare galbenă, brună, neagră. De obicei, **B.** însoțește în zăcăminte magnetitul, apatitul și zirconul. În țara noastră se găsește la Răzoare și în aluviunile din zona Ditrău. Zăcăminte importante se găsesc în Ceylon, Brazilia, Suedia, S.U.A. Concentratele preparate din minereuri cu **B.** au compoziția chimică: 75—83% $ZrO_2$, 6—18% $SiO_2$, 1,3—1,7% $Al_2O_3$ și 0,2—0,8% $TiO_2$ și se folosesc la elaborarea aliajelor de zirconiu.

**BAIE DE METAL,** topitură de metal sau aliaj care se colectează la elaborare pe vatra cuptorului în vederea turnării.

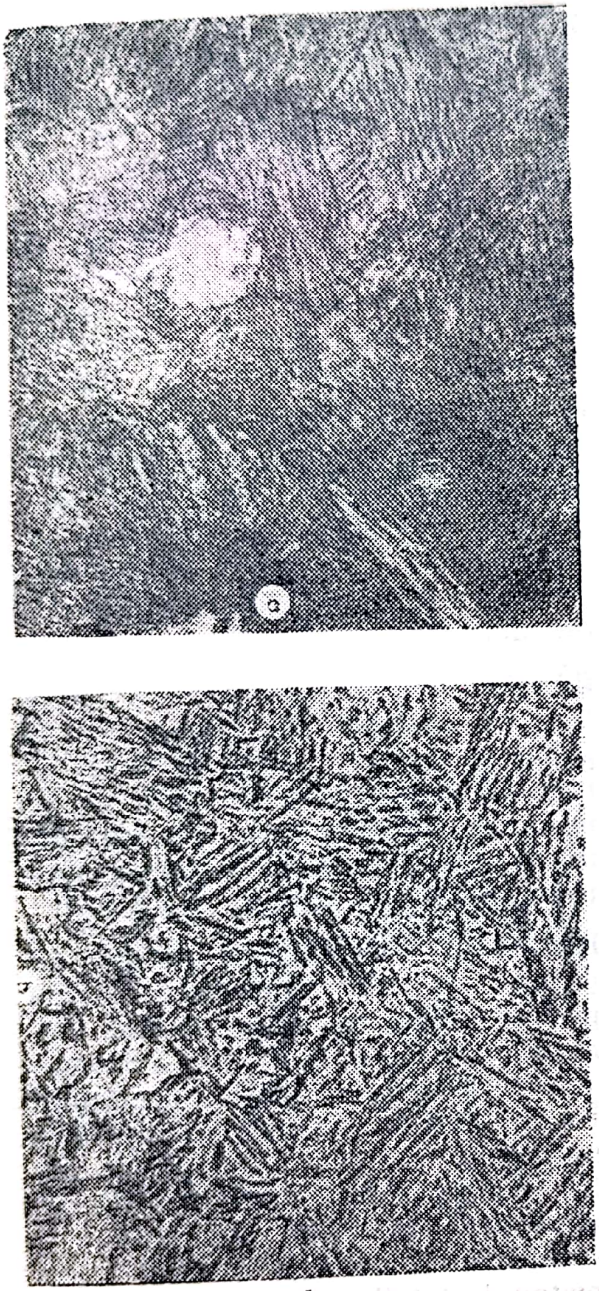
**BAIE DE ZGURĂ,** zgură lichidă rezultată într-un cuptor, în timpul elaborării unui metal sau aliaj.

**BAIKOV, ALEKSANDR ALEKSANDROVICI** (n. 6 aug. 1870 — m. 6 apr. 1946), metalurg și chimist sovietic. Profesor la Institutul Politehnic din Petersburg (azi, Leningrad). Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Cercetări fundamentale în domeniul teoriei transformărilor ce au loc în metale în procesele metalurgice. A demonstrat (1909) existența austenitei la temperaturi înalte prin tratarea oțelului cu acid clorhidric uscat în atmosferă de azot. A efectuat studii în domeniul metalurgiei neferoase. Cercetări asupra cimentului și materialelor refractare.

**BAIN, EDGAR COLLINS** (n. 14 sept. 1891, La Rue, Ohio), metalurg american. Cercetări și publicații în domeniul metalurgiei oțelului. A studiat aranjarea structurală a atomilor în metale și în special în oțel. Autor al unor noi procedee de durificare a oțelului. A descoperit constituentul oțelului care îi poartă numele *(bainita)*. A stabilit rolul pe care îl au elementele de bază la alierea oțelurilor. Împreună cu W. Devenport a trasat (1929) diagrama de transformare în timp a oțelului la diferite temperaturi (diagrama $T-T-T$).

**BAINITĂ,** troostită aciculară în structura oțelului, care se formează ca rezultat al călirii izoterme a austenitei. **B.** constă din amestec de particule de ferită suprasaturată în carbon și carbură de fier și prezintă aspect caracteristic la microscop

Scanned with OKEN Scanner



*b*

**Fig. B. 1.** Microstructura bainitei (500 : 1) :

*a* — bainită superioară ; *b* — bainită inferioară.

(fig. B. 1). Denumirea sa provine de la numele metalurgului englez E. Bain.

**BALBAREU, ION** (n. 21 iun. 1877, Komrad, U.R.S.S. — m. 2 dec. 1960, București), inginer metalurg. Studii la Academia de mine din Freiberg. Primul profesor de metalurgie la Școala Politehnică din București. A organizat catedra și laboratorul de metalurgie. Prin activitatea sa didactică a contribuit la formarea primelor noastre cadre de ingineri metalurgi.

**BARDIN, IVAN PAVLOVICI** (n. 13 nov. 1883, Șirokii Ustup, Saratov — m. 7 ian. 1960, Moscova), metalurg sovietic. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S., membru de onoare al Academiei R.P.R. Cercetări în domeniul proiectării marilor uzine metalurgice. A descoperit o nouă metodă de intensificare a reacțiilor în procesele metalurgice folosind oxigenul. A elaborat proiecte de construcție a agregatelor metalurgice tip. Contribuții la valorificarea unor materii prime noi în metalurgie. **Op. pr.:** *Izbranie trudî* (1963—1968).

**BARIU,** Ba, element metalic din grupa a II-a principală a sistemului periodic, metal alcalino-pământos, cu numărul atomic 56, masa atomică 137,34, valența II. A fost descoperit (1808) de H. Davy. Numele său provine de la cuvîntul grecesc *barios* = greu. Se află răspîndit în natură numai sub formă de combinații (baritină, witherit). Metal alb-argintiu, cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat fără a prezenta și alte forme alotropice. Are densitatea 3,5 kg/dm$^3$, p.t. 710°C, p.f. 1638°C, căldura masică (la 20°C) 293 J/kg·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,560 $\Omega \cdot mm^2/m$. Activ din punct de vedere chimic, se oxidează repede în aer, se combină cu hidrogenul, halogenii, azotul și descompune energic apa cu degajare de hidrogen. Pentru a se feri de oxidare se păstrează în vase închise sub un strat de eter, de petrol sau ulei de parafină. Se utilizează în pirotehnie sau ca metal de aliere la elaborarea unor aliaje (ex. : aliaje pentru lagăre).

Scanned with OKEN Scanner

**BAUXIT,** mineral de tipul rocilor sedimentare aluminoase, numite *albite*, care în general, conține: 50—70% $Al_2O_3$, 0—25% $Fe_2O_3$, 12—40% $H_2O$, 2—30% $SiO_2$, $TiO_2$, $V_2O_5$ ș.a. Este unul din principalele minereuri de aluminiu. În țara noastră se găsește în masivul Piatra Craiului, care constituie un minereu asupra căruia s-a pus un deosebit accent în ultima vreme. Este un mineral mai puțin răspîndit pe glob; se găsește în Franța, la Baux (de unde a primit și numele), R.P.U., Grecia, Guineea, U.R.S.S., Haiti etc. Se utilizează, mai ales, la producerea aluminei și a feroaliajelor cu aluminiu.

**BAVURĂ,** defect la produsele laminate și la piesele turnate sau matrițate (fig. B.2). La produsele matrițate sau trase apare sub formă de proeminență relativ îngustă și prelungită în lungul acestora; la țevi apare și ca un adaos de material dispus elicoidal cu unghi mic al elicei. La piesele turnate și matrițate apare sub formă de lamă, de formă și mărime variabile, care se formează în dreptul suprafeței de separație a formei, de-a lungul mărcilor miezurilor sau în alte goluri create între elementele asamblate ale formei.

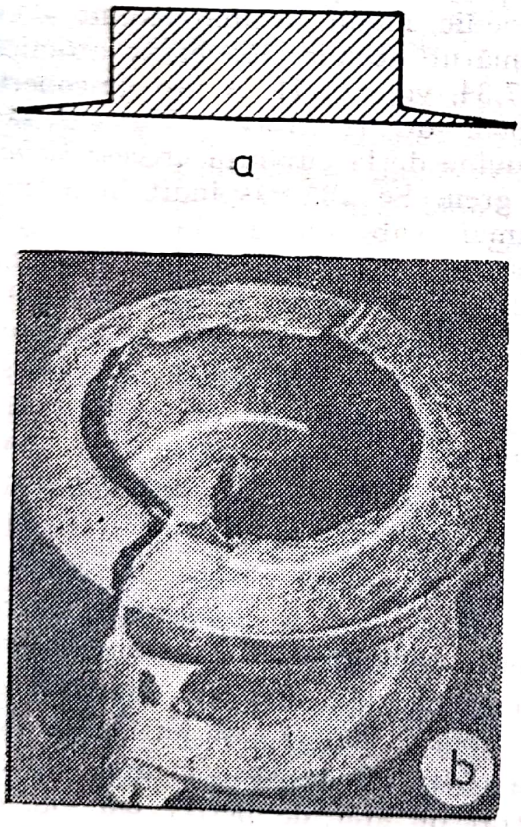



**Fig. B. 2.** Bavură: *a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

**BAZIN DE RĂCIRE,** recipient de capacitate mare în care se introduce agentul de răcire (apă, ulei etc.) pentru executarea operațiilor de răcire la călire. În fig. B.3 se prezintă schema diferitelor tipuri de bazine de răcire.

**BĂȘICĂ,** defect sub formă de umflături cu contur rotunjit, de obicei goale în interior, la produsele laminate. Sînt provocate de defectele de material, de difuziunea hidrogenului la decapare chimică necorespunzătoare și de alte cauze.

**BĂTĂTOR PNEUMATIC;** sculă acționată cu aer comprimat folosită pentru îndesarea amestecurilor granulare cu liant și, în special, a amestecurilor de formare pentru turnătorii. În fig. B.4 se prezintă schema **B.P.** în poziția activă (*a*) și pasivă (*b*). La poziția activă aerul comprimat intră prin furtunul de cauciuc *1* și orificiul *7*, împinge în cursă activă pistonul *2* (aflat în cilindrul *10*) și sabotul de îndesare *3*, aerul din spațiul de deplasare a pistonului evacuîndu-se prin orificiile *4*. În deplasare pistonul închide orificiile *4* și, apoi, comprimă aerul din spațiul rămas liber care trece prin orificiul și conducta *5* împingînd spre dreapta pistonul *6*, care închide accesul aerului de la furtunul *1*, delimitînd cursa activă. Odată cu pistonul *6* se deplasează și pistonul *8* ce face legătura între sursa de aer comprimat și conducta *9*. În acest moment începe

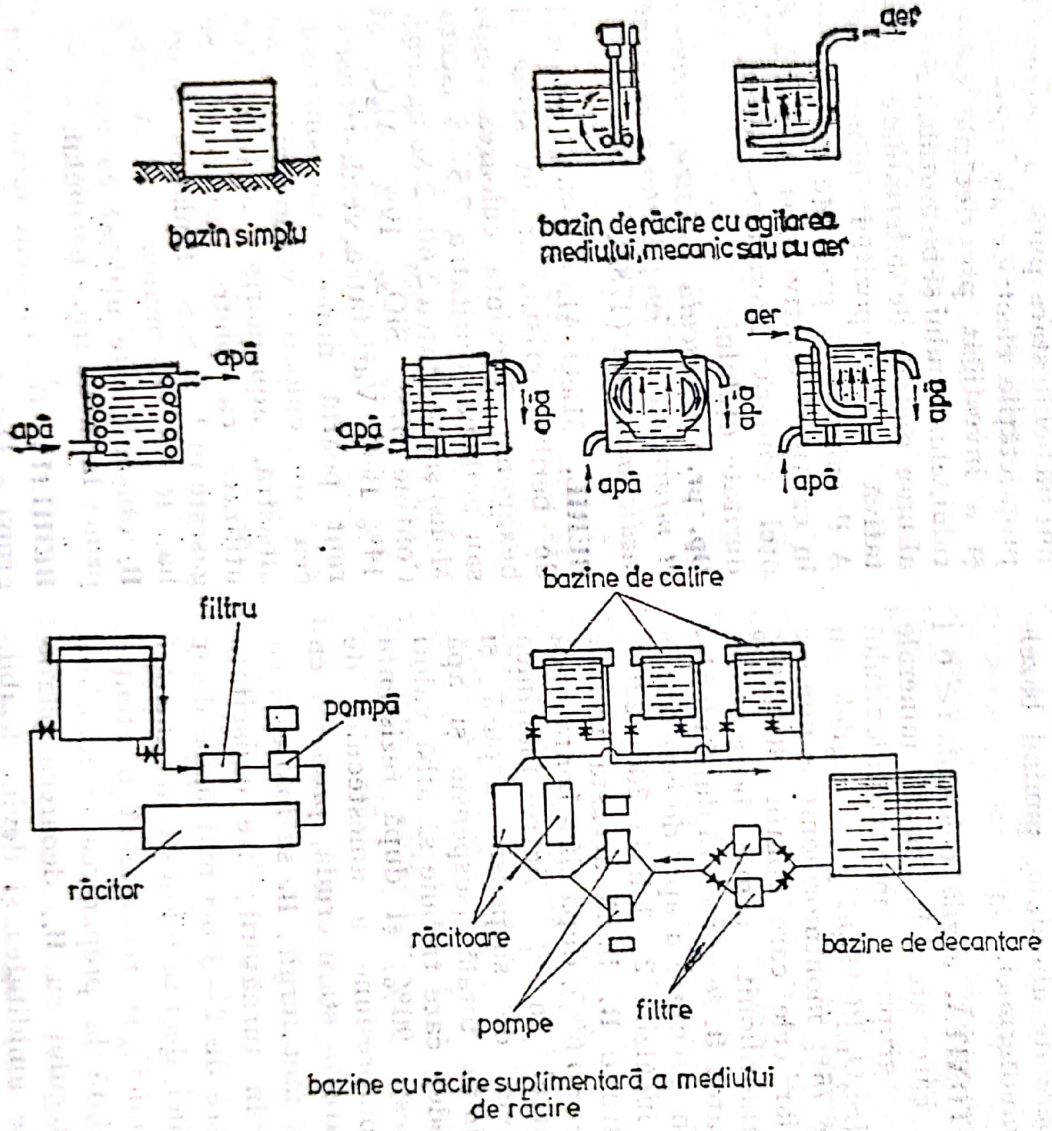

aer
bazin simplu
bazin de răcire cu agitarea mediului, mecanic sau cu aer
apă
apă
apă
apă
apă
apă
apă
aer
filtru
pompă
răcitor
bazine de călire
răcitoare
pompe
filtre
bazine de decantare
bazine cu răcire suplimentară a mediului de răcire

Fig. B.3

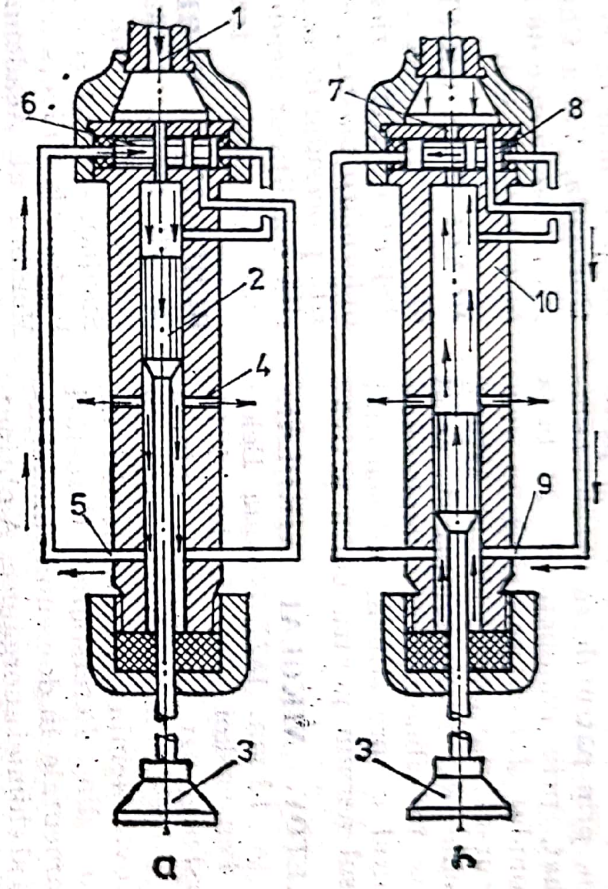

1
6
2
4
5
3
a
7
8
10
9
3
b

Fig. B.4

cursa pasivă (de întoarcere) a pistonului, prin pătrunderea aerului comprimat, prin conducta *9*, la baza pistonului *2* care se ridică în sus. În cursul ridicării, pistonul astupă orificiile *4*, apoi, comprimă aerul rămas în cilindru, care deplasează cilindrul *6* spre stînga, redeschizînd accesul aerului pentru cursa activă.

**BEKETOV, NIKOLAI NIKOLAEVICI** (n. 13 ian. 1827, Novaia Beketova Penzenskoi — m. 13 dec. 1911, Petersburg, azi Leningrad), chimist rus. Profesor la Universitatea din Harkov. Membru al Academiei de Științe din Petersburg. Cercetări fundamentale în domeniul chimiei fizice și al chimiei anorganice. A obținut metale în stare foarte pură folosind reacția de reducere a oxizilor lor cu pulbere de aluminiu, punînd bazele aluminotermiei.

**BENTONITĂ,** argilă coloidală (< 0,1 μm) care are la bază minerale din grupa montmorillonitului $\{Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2nH_2O\}$. Argilele cu peste 75% montmorillonit se numesc **B.**, iar cele care conțin 40—70% montmorillonit, argile bentonitice. Calitatea **B.** se apreciază după pierderea în greutate a apei de constituție prin încălzire 2—3 h la 200—220°C (pentru o **B.** bună aceasta trebuie să fie sub 6%), după cifra bentonitică (raportul, în %, dintre înălțimea coloanei de suspensie depusă și înălțimea totală (suspensie și apă limpede), care trebuie să aibă valori de peste 90%) și după rezistența la compresiune a amestecului de formare în stare crudă, preparat cu **B.** În metalurgie, **B.** se folosește ca liant în turnătorii; are capacitate de liere de 2—3 ori mai mare decît a argilei, deci se folosește în cantități mai mici; se recomandă o atenție deosebită la prepararea și folosirea amestecului cu **B.**, deoarece pierde repede umiditatea și devine friabil. În țara noastră se exploatează la Gurasada, Valea Chioarului și Satu Mare. Zăcăminte de **B.** se mai găsesc în U.R.S.S., S.U.A., Mexic și Italia.

**BENZI DE CARBURI,** aglomerări de carburi, respectiv, cementită, dispuse în șiruri orientate în direcția deformării plastice. Se produce datorită procesului de segregare sau datorită condițiilor neadecvate de prelucrare la cald și tratament termic.

**BERGMAN, TORBERN OLOF** (n. 20 mart. 1735, Katherinberg, Suedia — m. 8 iul. 1784, Medevi, Suedia), chimist și mineralog suedez. Profesor la Universitatea din Uppsala. Membru al Academiei Suedeze de Științe. Cercetări în domeniul cristalografiei și al chimiei analitice. A obținut nichel în stare pură, a descoperit proprietățile electrice ale turmalinei și a investigat proprietățile cobaltului, aluminiului și bismutului. Autor al unor metode de determinare cantitativă a compoziției mineralelor. A descoperit că prezența carbonului în cantități relativ mari în fontă și oțel conferă fragilitate fontei și duritate oțelului.

**Op. pr.:** *Opuscula physica, chemica et mineralia* (1779); *Historia chemiae medicum aevum* (1782).

**BERIL,** $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, mineral de beriliu, cristalizat în sistemul hexagonal. Prezintă culoarea verde sau galbenă, duritatea 7,5—8 (scara Mohs) și densitatea 2,60—2,80 kg/dm³. Conține 67% $SiO_2$, 19% $Al_2O_3$ și 14% BeO. Varietatea verde-transparent poartă numele de smaragd, cea de culoare verde-marin sau albastră, aquamarin; ambele sînt utilizate ca pietre prețioase. Se găsește în U.R.S.S., Finlanda, Brazilia, R. F. Germania, S.U.A. etc. **B.** obișnuit este utilizat ca materie primă în metalurgia beriliului.

**BERILIU,** Be, element metalic din grupa a II-a principală a sistemului

periodic, cu numărul atomic 4, masa atomică 9,012, valența II. Metal alcalino-pămîntos, **B.** se găsește în natură în cantități reduse sub formă de combinații (silicați), unele dintre ele folosite încă din antichitate ca pietre prețioase. A fost descoperit (1797) de L. N. Vauquelin, și a primit numele după beril, mineralul în care se găsește sub formă de silicat dublu de aluminiu și beriliu. Metal cenușiu strălucitor, se prezintă în două forme alotropice : Be $\alpha$, care este stabil la temperatură joasă, cristalizează în sistemul hexagonal compact și se transformă la temperatura de 630°C, în Be $\beta$, care cristalizează tot în sistemul hexagonal, cu deosebire că parametrii rețelei cristaline sînt mult mai mari decît ai Be $\alpha$. Este foarte fragil din care motiv laminarea și trefilarea lui atît la rece cît și la cald se realizează cu dificultate. Cu precauțiuni speciale se poate presa la temperaturi înalte. Are densitatea 1,86 kg/dm$^3$, p.t. 1285°C, p.f. 2970°C, căldura masică (la 20°C) 2 126 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) 1,612 · $10^{-2}$ W/m·K, rezistivitate electrică (la 20°C), 0,176 $\Omega \cdot mm^2/m$, rezistență de rupere la tracțiune 40—58 daN/mm$^2$, alungirea $\delta = 2-16\%$ și duritatea $HB = 110$. Stabil la temperatură obișnuită și aer uscat, datorită unui strat subțire protector de oxid de beriliu, reacționează cu halogenii, formînd sărurile respective. Sub formă de pulbere, descompune apa la cald cu degajare de hidrogen cu formare de hidroxid. Reacționează cu acizii și cu unele soluții ale bazelor tari cu degajare de hidrogen și formare de săruri foarte toxice. Industrial se utilizează *beriliul tehnic* cu 96—99% Be și *beriliul pur* cu min. 99% Be. Datorită permeabilității sale ridicate la raze X foile subțiri de **B.** sînt folosite la construcția tuburilor catodice. Împreună cu cuprul formează bronzurile de beriliu care posedă proprietăți mecanice superioare (elasticitate, rezistență la oboseală ș.a.). Se utilizează în cantitate mare ca material moderator și reflector în reactoarele nucleare.

*METALURGIA BERILIULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate . Este o ramură relativ nouă și se folosește abia din secolul nostru. Principalele minerale utilizate sînt : berilul, fenacitul și crizoberilul. În prima etapă concentratele de beriliu se prelucrează pentru obținerea oxidului de beriliu, BeO. În acest scop se topesc cu var în cuptoare electrice, la 1500—1600°C, după care produsul rezultat se sfărîmă în mori cu bile urmînd a fi tratat pe cale hidrometalurgică pentru separarea oxidului de beriliu. În etapa următoare are loc clorurarea oxidului de beriliu, după reacția : $BeO + Cl_2 + C = BeCl_2 + CO$. Clorura de beriliu rezultată se purifică prin distilare, după care se amestecă cu clorură de sodiu ; ambele cloruri, în stare topită, se introduc într-un creuzet din tablă de nichel în vederea electrolizei. Creuzetul formează catodul, iar ca anod se folosește un electrod de cărbune. Beriliul, cu un aspect buretos, se depune pe pereții creuzetului. Se brichetează și se topește la 1400°C în curent de hidrogen. Rafinarea barelor de beriliu se realizează prin retopire în vacuum, obținîndu-se o puritate de 99,8% Be.

**BESSEMER, SIR HENRY** (n. 19 ian. 1813, Charlton, Hertfordshire — m. 15 mart. 1898, Londra), inginer și inventator britanic. Membru al Societății Regale din Londra. Cercetări privind procedeele de elaborare a fontelor și oțelurilor. În 1856 a elaborat o metodă de afinare a oțelului din fonte prin suflare cu aer, cunoscută sub numele de procedeul Bessemer, care se realizează în convertizorul

Scanned with OKEN Scanner

ce-i poartă numele (*convertizorul Bessemer*). Numeroase invenții și perfecționări tehnice.

**Op. pr.:** *On the Manufacture of Malleable Iron and Steel without Fuel* (1856); *Some Earlier Forms of Besemer Converter* (1886); *On the Manufacture of Continuous Sheets of Malleable Iron of Steel Direct from the Fluid Metal.*

**BETON REFRACTAR,** beton care prezintă o bună rezistență mecanică la temperaturi mai mari de 300°C. Unele tipuri prezintă o rezistență mecanică ridicată pînă la temperatura de 1600°C. Se prepară din ciment, agregat mineral și apă. Cimentul folosit în acest scop se obține dintr-un amestec de ciment portland și ciment aluminos. Cimentul aluminos se obține prin măcinarea fină a zgurelor rezultate prin topirea, în cuptoare electrice, a unui amestec de bauxită și var. Se mai folosesc în acest scop zgurele de furnal, cînd au un conținut ridicat de alumină. Cimentul aluminos conține: 35 — 50% CaO, 45 — 55% $Al_2O_3$, 7—8% $SiO_2$ și pînă la 5,5% alți oxizi. Ca agregat mineral se folosesc diverse materiale refractare ca: șamotă, cromit, șamotă cu conținut ridicat de alumină etc. Prin încălzire, rezistența la compresiune a **B.R.** începe să scadă atingînd un minim, la temperaturi cuprinse între 900 și 1000°C, aceasta datorită în special procesului de deshidratare a cimentului. Peste temperatura de 1000°C, rezistența la compresiune a betonului începe să crească datorită formării unor faze lichide care leagă particulele de agregat mineral. Se folosesc, în prezent, din ce în ce mai mult la construcția cuptoarelor metalurgice (partea superioară a fundației furnalelor, căptușeala uscătoarelor, căptușeala cuptoarelor pentru tratamentele termice ale metalelor etc.),

**BIGAZ,** amestec de două gaze, întrebuințat drept combustibil. De ex.: amestec de gaz de furnal și gaz de cocserie, cu o putere calorifică de cca 8400 $kJ/m^3_n$).

**BILANȚ DE MATERIALE,** relație de egalitate între suma cantităților de materiale intrate într-un proces tehnologic sau într-o instalație și suma cantităților de produse rezultate, inclusiv pierderile care au loc în timpul prelucrării. Notînd cu $M_i$ masa totală a materialelor intrate în proces și cu $M_p$ masa totală a produselor rezultate, conform legii conservării masei **B. de M.** poate fi exprimat cu ajutorul relației: $\sum M_i = \sum M_p$. **B. de M.** se întocmește pentru o unitate (1 kg, 1 kmol etc.), 100 de unități sau 1 000 unități de materie primă de bază sau produs finit. În metalurgie, **B. de M.** se întocmește, în mod obișnuit, pentru 1 000 kg produs finit (fontă, oțel etc.). În tabelul 1 se prezintă bilanțul scurt

*Tabelul 1*

| Materiale intrate, kg | | Materiale ieșite, kg | |
|---|---|---|---|
| Minereu de fier | $M_1$ | Fontă | $M_A$ |
| Calcar | $M_2$ | Zgură | $M_B$ |
| Cocs | $M_3$ | Gaz de furnal | $M_C$ |
| Gaz metan | $M_4$ | Praf de furnal | $M_D$ |
| Aer | $M_5$ | Erori de măsurare | $\Delta_M$ |
| Total: | $M_i$ | Total: | $M_p$ |

de materiale, într-o formă generală pentru 1 000 kg fontă lichidă obținută în furnal.

**BILANȚ TERMIC,** relație de egalitate între suma cantităților de căl-

dură, $Q_i$, intrate într-un proces sau instalație și suma cantităților de căldură, $Q_r$, care rezultă din acestea. Conform legii conservării energiei, poate fi exprimat cu ajutorul relației: $\Sigma Q_i = \Sigma Q_r$ în J, kJ, GJ pentru o unitate (1 kg, kmol), 100 unități sau 1000 unități de materie primă de bază sau produs finit. În mod curent, în metalurgie, se calculează pentru 1 000 kg produs finit (fontă, oțel etc.). La întocmirea **B.T.** este necesar să se ia în considerare, în principal căldura pe care o au materialele la intrare, căldura care se formează datorită unor transformări fizico-chimice sau care se consumă în timpul procesului și căldura care se pierde în mediul ambiant.

**BIMETAL,** semifabricat (tablă, bară, țeavă, sîrmă etc.) alcătuit din două straturi de metale, de aliaje asociate. Pentru obținerea semifabricatului bimetalic pe suprafața primului strat se așază al doilea strat și, apoi, ansamblul se laminează la cald. Prin difuzie se realizează aderența puternică a unui strat de altul. Largă utilizare au **B.** oțel-cupru, oțel-alamă, oțel-tombac, oțel-aliaje Ni—Cu, oțel carbon-oțel inoxidabil.

**BIOTIT,** $[H_2K(Mg, Fe)_3\ Al(SiO_4)_3]$, mică cristalizată în sistemul monoclinic avînd cristale de formă tubulară, columnară sau piramidală. Are culoarea verde, brună sau neagră, densitatea 2,5—3,2 kg/dm³, duritatea 2,5—3,0 (scara Mohs) și prezintă luciu metalic cu aspect sidefos. Compoziția sa chimică este variabilă; teoretic trebuie să conțină: 38,14% $SiO_2$, 21,61% $Al_2O_3$, 27,68% MgO, 9,96% $K_2O$ și 2,61% $H_2O$. În țara noastră se găsește sub formă de cristale de dimensiuni mari în munții: Rodnei, Lotru, Sebeș, Poiana Ruscă, Semenic și Gilău.

**BISMUT,** Bi, element metalic din grupa a V-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 83, masa atomică 208,98, valența III, V. A fost descoperit de I. H. Pott (1740) și de N. Geoffroy (1753). A primit denumirea de la bismutină, minereu în care a fost descoperit prima dată. În natură este puțin răspîndit; se găsește sub formă de combinații (bismutina). Are culoarea albă-lucioasă cu reflexe roșietice și cristalizează în sistemul hexagonal, într-o rețea stratificată, fără a prezenta și alte forme alotropice. Este un metal ușor fuzibil care prezintă o slabă conductivitate termică și electrică. Are densitatea 9,8 kg/dm³, p.t. 271°C, p.f. 1560°C, căldura masică (la 20°C) 126 J/kg·K, conductivitatea electrică (la 20°) $0{,}092 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 1,11 $\Omega \cdot mm^2/m$. Este un metal casant. La solidificare își mărește volumul. Activitatea sa chimică este redusă. Stabil la aer la temperatură obișnuită, prin încălzire formează oxidul, iar cu halogenii, halogenurile respective. Este atacat de principalii acizi anorganici, cu care formează combinațiile respective. **B.** este utilizat ca element de aliere la elaborarea unor aliaje ușor fuzibile. Țările care produc anual o cantitate importantă de **B.** sînt: S.U.A., Peru, Mexic și Canada.

**BLENDĂ (sau SFALERIT),** ZnS, sulfură de zinc cu 50—67% Zn. Reprezintă principalul mineral din care se obține zincul (conține 67,1% Zn și 32,9% S). Are culoarea galben portocalie, brună și uneori neagră și cristalizează în sistemul cubic, prezentînd o structură asemănătoare diamantului (fiecare atom de zinc este înconjurat de 4 atomi de sulf și invers). Prezintă duritatea 3—4 (scara Mohs) și are densitatea 3,5—4 kg/dm³. În țară se găsește în regiunea Baia-Mare și la Săcărîmb, Ruschița,

Scanned with OKEN Scanner

Zlatna, Leșul Ursului. Numeroase zăcăminte de **B.** se găsesc în : R. S C., Spania, Anglia, U.R.S.S., Suedia, S.U.A., Mexic.

**BLUM,** semifabricat din oțel laminat, de secțiune patrată sau dreptunghiulară cu raport între laturi mai mic de doi și secțiunea minimă 150 × 150 mm (fig. B.5). Este folosit ca semifabricat pentru laminarea țaglelor și profilelor sau pentru forjare. Fețele pot fi puțin concave sau convexe, striate sau punctate. Lungimea **B.** variază, în mod obișnuit, între 2 și 6 m.

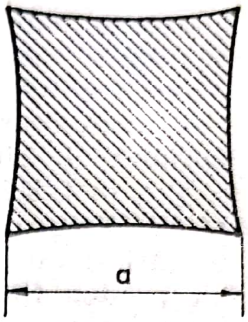



**Fig. B. 5.**

**BLUMING,** laminor degrosisor alcătuit din una sau (mai rar folosit) din două caje cu ajutorul căruia se obțin blumuri (fig. B.6). **B.** este

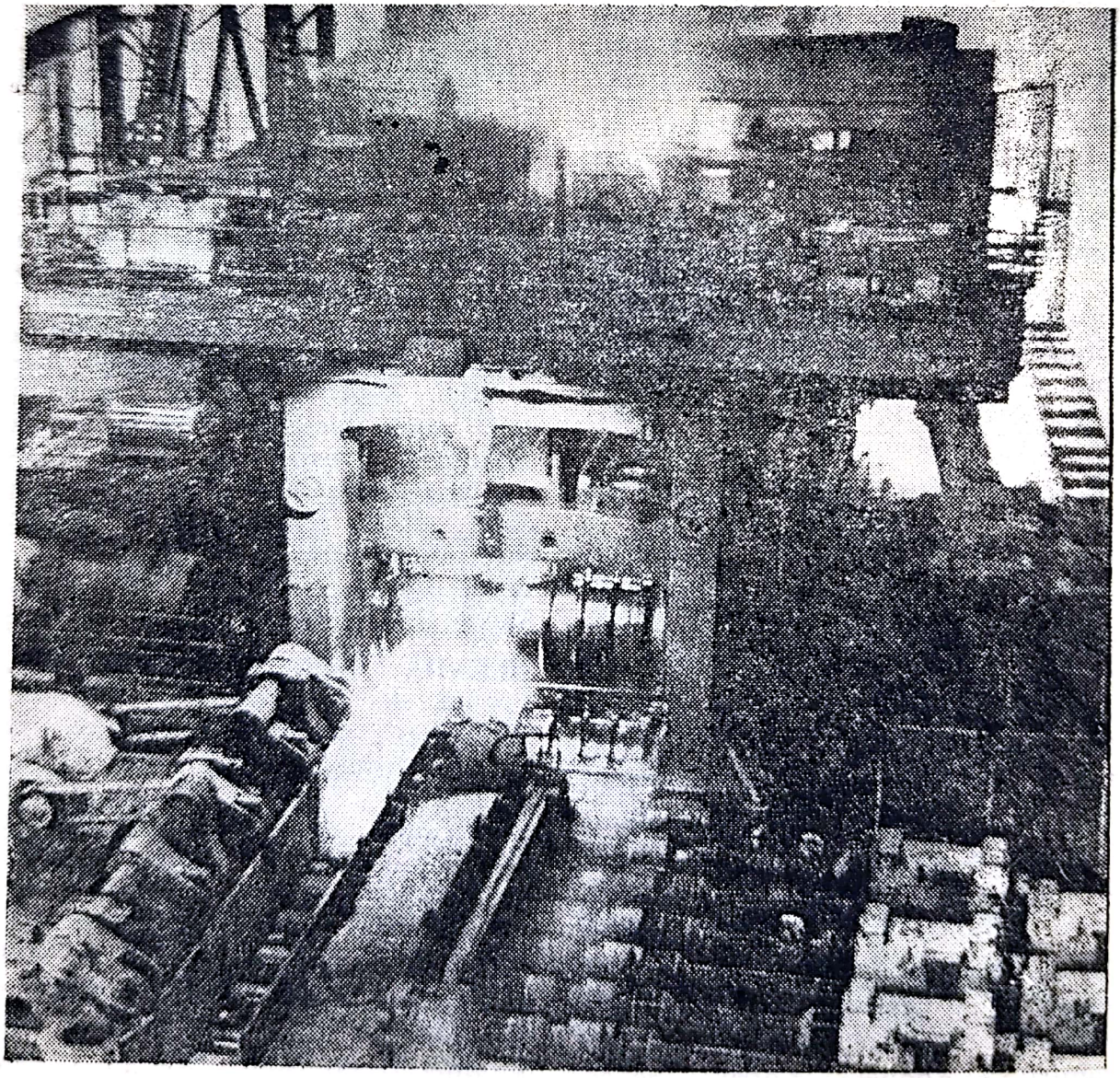


**Fig. B. 6.**

un laminor trio; într-o variantă mai nouă, un laminor duo reversibil. *Blumingul duo reversibil* poate fi acționat fie de un motor electric prin intermediul unei caje de angrenaj sau cu două motoare electrice de curent continuu care antrenează direct și separat cei doi cilindri. Laminor de mare putere prevăzut cu cilindri ai căror diametri variază, în mod obișnuit, între 800 și 1400 mm, poate atinge o viteză de laminare pînă la 5 m/s și lamineză lingouri cu greutate cuprinsă între 5 și 15 t sau chiar de 20 t. Este prevăzut cu o secție de pregătire care cuprinde cuptoarele adînci unde are loc preîncălzirea lingourilor, poduri rulante cu cleşte pentru încărcarea și descărcarea lingourilor și transfercarele pentru transportul lingourilor de la cuptoarele adînci la caja de laminare. Atelierul de laminare propriu-zis, în afara cajei de lucru mai este prevăzut cu unele utilaje anexe: manipulatoare, răsturnătoare, căi cu role etc. Înainte de livrare materialul laminat trece printr-un atelier de finisaj care este dotat cu foarfece pentru tăierea capetelor și debitarea la cald, mașină de flamare, poduri rulante etc. În țara noastră funcționează în prezent, două **B.** de 1 000 mm și 1 300 mm, la Combinatul Siderurgic Hunedoara.

**BOLGIU, OVIDIU** (n. 20 oct. 1907, Călugăreni, Prahova — m. 18 mai 1975, București), inginer metalurg român. Studii la Institutul Politehnic din București și la Universitatea din București (facultatea de științe naturale și facultatea de filozofie). Prof. univ. la Institutul Politehnic din București. Lucrări în domeniul geologiei și al paleontologiei. Studii în domeniul metalurgiei fizice. A construit aparate pentru studiul fizic al materiei.

**BORACIT,** $Mg_6Cl_2B_{14}O_{26}$, borat de magneziu, ortorombic la temperatura camerei, cubic cu forme hemiedrice la temperatură mai mare de 268°C. Are duritatea 7 (scara Mohs) și densitatea 2,9—3 kg/dm³. Este incolor sau gri, galben, verzui sau slab albăstrui. Conține 62,5% $B_2O_3$, 26,9% MgO, 7,9% Cl, 2,7% Mg. O parte din MgO poate fi înlocuită prin FeO. Mai poate conține apă și sulfat de calciu. Se formează în zăcăminte salifere. Se găsește în R. F. Germania, R. D. Germană, Anglia. Minereurile cu **B.** se folosesc, în special, la extragerea borului și la elaborarea aliajelor sale.

**BOR-ALUMINIU,** feroaliaj cu un conținut de aproximativ 1—2% B, folosit la elaborarea oțelurilor aliate.

**BORAX (TINKAL),** $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, borat de sodiu cristalizat în sistemul monoclinic. Are duritatea 2—2,5 (scara Mohs) și densitatea 1,69—1,72 kg/dm³. Prezintă culoarea albă sau gri, gălbuie, verzuie sau albăstruie. Pulberea este albă. Conține 36,6% $B_2O_3$, 16,2% $Na_2O$ și 47,2% $H_2O$. Poate conține și $P_2O_5$ (pînă la 2%). Se formează în lacurile sărate pe cale de secare ce conțin bor. Se găsește în mai mare cantitate pe malurile lacurilor din Tibet și Kașmir, S.U.A., India, Perú, Sri Lanka, U.R.S.S. etc. Minereurile cu **B.** se folosesc, în special, la elaborarea aliajelor de bor. Înainte de a fi folosite se usucă în cuptoare rotative la 700°C pentru îndepărtarea apei de cristalizare.

**BORAZON,** BN, nitrură de bor cristalizată în sistemul cubic și obținută pe cale sintetică din nitrură de bor obișnuită, care cristalizează în sistemul hexagonal. Prezintă o duritate foarte apropiată de a diamantului și se folosește ca material abraziv. A fost obținută pentru prima dată, în 1957, de V. M. Goldschmit (S.U.A.) prin transformarea nitrurii de bor

Scanned with OKEN Scanner

obișnuite, la o temperatură de 1700°C și la o presiune de cca 70 kN/cm². Pe lîngă duritate, mai posedă și o refractaritate de cca 1800°C. Se fabrică sub formă de cristale mărunte sau de cristale aglomerate într-un material dur ca : sticlă, carburi dure, răşini dure etc. Aceste aglomerate pot fi înglobate într-o masă de liant, pentru a forma diverse corpuri compacte (pietre abrazive) folosite în construcția de mașini la rectificarea oțelurilor (discuri abrazive) și la honuirea oțelurilor și fontelor. Are o largă aplicabilitate la ascuțirea sculelor aşchietoare din oțel rapid sau oțel obișnuit de scule (asigură sculelor ascuțite o durabilitate în exploatare de 2—3 ori mai mare).

**BORIZARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor de oțel cu bor în scopul creșterii durității ($HV$ = 1800—2000), a rezistenței la uzură și la coroziune în diferite medii, a fiabilității pieselor de mașini. **B.** se aplică pieselor din oțel și se poate realiza electrolitic, în mediu gazos și în mediu solid. Electrolitic se realizează, în mod obișnuit, prin electroliza sărurilor de bor topite (catodul-piesa, electrolitul-borax topit ($Na_2B_2O_7$), anodul-bară de grafit), la 900—950°C timp de 2,5—3,5 h. În mediu gazos se realizează folosind diboran ($B_2H_6$) în amestec cu hidrogen, la 850—900°C, iar în mediu lichid în topituri de borax cu adaos de Fe—B sau $B_4C$. În mediu solid se realizează în amestec de pulberi care conține bor amorf, carbură de bor, sau Fe—B, adaosuri inerte (argilă, șamotă și $NH_4Cl$). La suprafața piesei se formează FeB, iar mai jos $Fe_2B$ și soluție solidă $\alpha$. Se **B.** piese la instalații de extragerea petrolului, calibrele laminoarelor de sîrmă, piese tehnologice pentru matrițare la cald ș.a.

**BORNIT,** $Cu_5FeS_4$, mineral de cupru. Cristalizează în sistemul cubic și prezintă culoarea arămie și brun închisă. Conține : 63,3% Cu, 11,2% Fe și 25,5% S, compoziție care este variabilă. Are densitatea 4,9—5,0 kg/dm³ și duritatea 3,0 (scara Mohs). Este utilizat ca minereu de cupru. În țara noastră se găsește la Moldova Nouă, Sasca, Dognecea, Băița (jud. Bihor). Rezerve importante de **B.** se găsesc în U.R.S.S., Italia, R.D. Germană, Chile, Canada.

**BRAMĂ, SLEB.**

**BRAUNIT,** $3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$, amestec de oxid și silicat de mangan, cu pînă la 70% Mn, cristalizat în sistemul tetragonal, pseudocubic. Culoarea, ca și urma, este brun-neagră sau gri de oțel. Este puțin magnetic, cu luciu semimetalic. Are duritatea 6—6,5 (scara Mohs) și densitatea 4,75—4,94 kg/dm³. Se găsește în R. D. Germană, Italia, Norvegia, Suedia, India, U.R.S.S. Este unul dintre mineralele de mangan importante (cînd constituie zăcăminte). Se folosește, în special, la fabricarea aliajelor de mangan și a fontelor.

**BRICHETARE,** operație prin care particule fine de material solid sînt transformate prin presare în produse de formă paralelipipedică, ovoidală etc. numite brichete. Se aplică, în special, cărbunilor, minereurilor prăfoase, concentratelor fine de fier, minereurilor de fier reduse sub formă de pulbere. În funcție de caracteristicile inițiale ale materialului supus operației **B.** se poate executa cu sau fără liant. *Brichetarea fără liant* se poate face la presiune joasă (în cazul cînd materialul solid conține elemente însoțitoare cu proprietăți de liant) și la presiune medie sau înaltă (în lipsa acestor elemente însoțitoare). Se utilizează, în special, în cazul cărbunilor bruni inferiori (folosirea lianților ar ridica prea mult prețul de cost) și al minereurilor de fier reduse. Deoarece lipirea particu-

Scanned with OKEN Scanner

lelor fine între ele nu se poate face întotdeauna numai prin presare, se adaugă materialului un liant — *brichetare cu liant*. Lianții folosiți în cazul cărbunilor sînt smoala și gudroanele, iar în cazul minereurilor, varul, cimentul, clorura de magneziu, gipsul, așchiile de fontă măcinată etc. În cazul **B.** minereurilor, cantitatea necesară de liant este destul de mare variind între 10—20%, fapt care determină scăderea conținutului în metal al brichetelor față de cel al materialului prăfos inițial, ceea ce constituie un dezavantaj al brichetării cu lianți a minereurilor. Spre deosebire de **B.** minereurilor, aplicată din ce în ce mai puțin, **B.** cărbunilor se aplică pe scară foarte largă mai ales la exploatările miniere, unde cărbunii mărunți și praful se obțin în cantități mari. Cărbunii sînt în prealabil uscați pînă la 3—5% umiditate și, apoi, amestecați cu smoală fin măcinată sau de cele mai multe ori în stare topită, în proporție de 5—15%. Amestecul de cărbune și smoală trece într-un malaxor, unde se menține o temperatură de 80—100°C și în care se face omogenizarea amestecului. Materialul omogenizat este, apoi, brichetat în prese de brichetare, brichetele obținute avînd diverse forme; cele mai des întîlnite sînt formele ovoidale și formele prismatice. Se utilizează: **presa de brichetare cilindrică (cu valțuri),** (fig. B.7), utilizată la obținerea brichetelor de formă ovoidă din cărbuni, minereuri etc., este formată din doi cilindri are au pe suprafața lor o serie de alveole. Materialul prins între cilindri este comprimat în alveole, iar brichetele formate, cu o greutate de 30—150 g cele de cărbune și de 70—800 g, cele de minereu, cad pe o bandă metalică și sînt transportate în silozuri. Deoarece brichetele ieșite din presă sînt încă moi, benzile de transportat

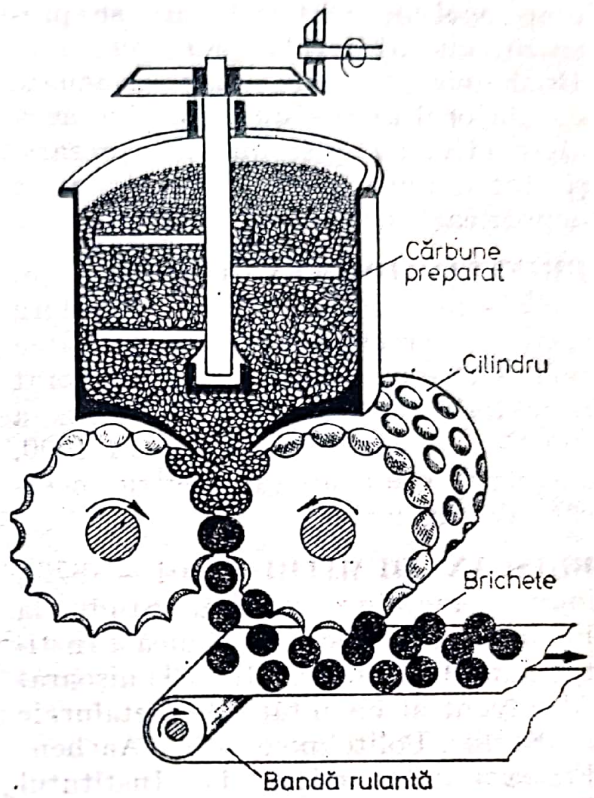



**Fig. B. 7.**

sînt suficient de lungi pentru a permite răcirea și întărirea acestora. **presa de brichetare cu piston (hidraulică),** (fig. B.8), este folosită la obținerea brichetelor de formă prismatică. Constă dintr-o masă rotativă prevăzută cu o serie de matrițe așezate circular, în care se introduce

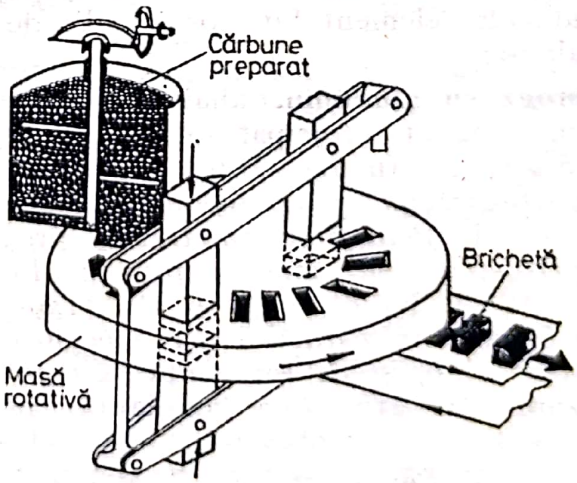



**Fig. B. 8.**

Scanned with OKEN Scanner

amestecul de material care se presează cu ajutorul unor pistoane. Brichetele formate sînt evacuate cu ajutorul unui sistem care lucrează alternativ cu pistonul de presare, și sînt depuse în stive, așa cum se depozitează cărămizile.

**BRINELL, JOHANN AUGUST** (n. 1849 — m. 1925), inginer metalurg suedez. Cercetări privind duritatea metalelor și aliajelor. A elaborat o metodă statică de determinare a durității (*metoda Brinell*) și în 1900, a construit un aparat pentru încercări de duritate.

**BRISCAN, DUMITRU** (1901 — 1977), inginer metalurg român. Studii la Facultatea de electromecanică a Institutului Politehnic din Timișoara. Absolvent al Facultății de metalurgie a Școlii Politehnice din Aachen. Profesor universitar la Institutul Politehnic din București. Studii și lucrări în domeniul reducerii directe a minereurilor de fier cu gaz metan. Cercetări privind turnarea metalelor. **Op. pr. :** *Bazele teoretice ale turnării* (1964).

**BRONZ,** denumire generală dată aliajelor cu min. 60% Cu și unul sau mai multe elemente principale de aliere (cu excepția Zn, al cărui conținut nu trebuie să depășească 10%). Termenul de **B.** este denumit după numele elementului principal de aliere :

**bronz cu aluminiu,** aliaj de cupru cu element principal de aliere Al (5—11%) În fig. B.9 se prezintă partea stîngă a diagramei de echilibru Cu—Al. Pentru îmbunătățirea proprietăților se mai introduc : Fe (2—6%), Ni (2—6%) și Mn (1,5—6,5%). Are caracteristici mecanice (fig. B. 10) și de rezistență la coroziune în atmosfera ambiantă, în

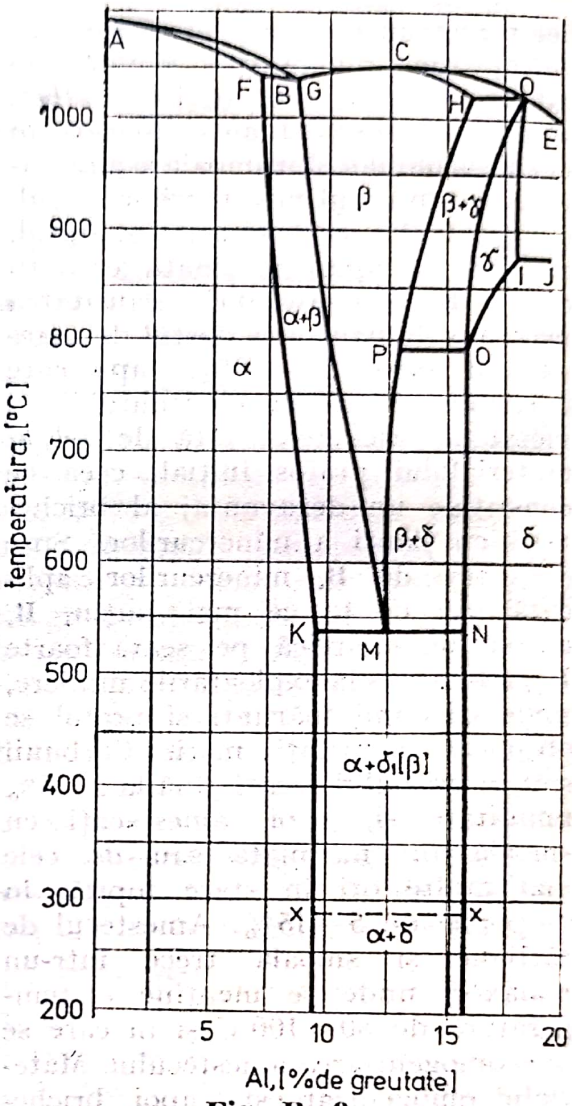



**Fig. B. 9.**

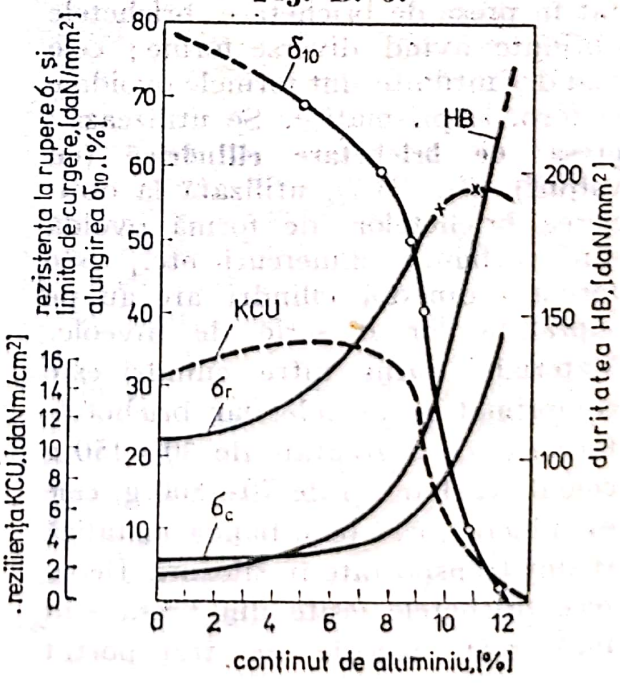



**Fig. B. 10.** ⟶

apa de mare, în soluții de acid carbonic și ale unor acizi organici (oxalic, citric, lactic) mai mari ca ale bronzului cu Sn. Elementele Fe, Ni și Mn îmbunătățesc aceste proprietăți. Se întrebuințează în stare turnată sau deformată plastic la: construcții de avioane, matrițe și roți dințate, instalații navale, energetice, electrotehnice, chimice.

**bronz cu beriliu,** aliaj de cupru cu element principal de aliere beriliul (1,6—2,2%). Pentru îmbunătățirea proprietăților se adaugă Ni (0,2—0,5%), Ti (0,1—0,25%), Co (0,25—0,35%), Mn (0,1%). Are înalte caracteristici mecanice: $\sigma_r = 50$ daN/mm² (recopt), 90 daN/mm² (deformat la rece), 120 daN/mm² (ecruisat); $\delta = 40$; 2; 2%; electrice: $\rho = 0{,}096$; 0,10; 0,050 $\Omega \cdot mm^2/m$ și calorice: $\lambda = 0{,}21$; 0,16; 0,27 cal/cm · s · °C cum și bună rezistență la oboseală și coroziune. Se utilizează la executarea unor arcuri, contacte electrice, electrozi de sudură, cuzineți în condiții de șoc sau medii corosive, membrane etc.

**bronz cu crom,** aliaj de cupru cu element de aliere Cr (0,5—1,0%). Are caracteristici mecanice și electrice optime în stare turnată, călită și îmbătrînită (între 400 și 600°C timp de 4 h); $\sigma_r = 53$ daN/mm²; $\delta = 20\%$; $HB = 140$ daN/mm² și conductivitatea electrică 55 m/$/\Omega \cdot mm^2$ (85% din a cuprului pur). Se utilizează la: electrozi de sudură, întrerupătoare electrice supuse la uzură prin frecare, piese pentru tuburi electronice, colectoare de curent, lagăre ș.a.

**bronz cu mangan,** aliaj de cupru cu element de aliere Mn (4,5—5,5%). Caracteristici mecanice pentru starea deformată: $\sigma_r = 50$—$60$ daN/mm², $\delta = 5\%$, $HB = 160$; pentru starea recoaptă: $\sigma_r = 30$ daN/mm²; $\delta = 40\%$; $HB = 80$; $KCU = 20$ daN/cm²; $E = 10\,500$ daN/mm². Are înaltă plasticitate, bună rezistență la coroziune și la temperaturi înalte. Se utilizează pentru piese de mașini cu solicitări mecanice mari și la temperaturi înalte.

**bronz cu plumb,** aliaj de cupru cu element principal de aliere Pb (4—35%). Pentru îmbunătățirea proprietăților se adaugă, în special, Sn (0—11%), Ni (4—8%) și, mai rar, Zn (max. 3%) la bronzul special cu plumb. Caracteristici mecanice: $\sigma_r = 5$—$20$ daN/mm²; $\delta = 2{,}5$ — — 14%; $HB = 25$—$95$ daN/mm². Are înalte proprietăți antifricțiune. Se utilizează la executarea lagărelor cu presiune specifică mare (la turbine, locomotive, pompe etc.).

**bronz cu siliciu,** aliaj de cupru cu element principal de aliere Si (0,6—3,5%). Pentru îmbunătățirea proprietăților se mai adaugă Ni (2,4—3,4%) și Mn (0,1—1,5%). Are înalte caracteristici mecanice și antifricțiune, proprietăți bune de turnare, înaltă plasticitate la cald și la rece, se sudează și se lipește bine, este nemagnetic, are bună rezistență la coroziune în apă dulce și de mare, în atmosferă de gaze uscate (Cl, Br, F, HF, $H_2S$, $SO_2$, $NH_3$, HCl), în baze (la temperaturi obișnuite și la concentrații nu prea mari). Se utilizează sub formă de sîrme, platbande, table, benzi, laminate în industria chimică.

**bronz cu staniu,** aliaj de cupru cu element principal de aliere Sn (3—14%). În fig. B. 11 se prezintă diagrama de echilibru Cu—Sn. Pentru îmbunătățirea unor proprietăți tehnologice se mai introduc Zn (2—11%) și Pb (4—17%). Bronzurile cu Sn au bune caracteristici mecanice (fig. B. 12), antifricțiune (coeficientul de frecare mic datorită prezenței fazei $\delta$ în eutectoidul $\alpha + \delta$) și tehnologice (contracție mică, 0,9%, fluiditate mare, nu are tendință



Scanned with OKEN Scanner

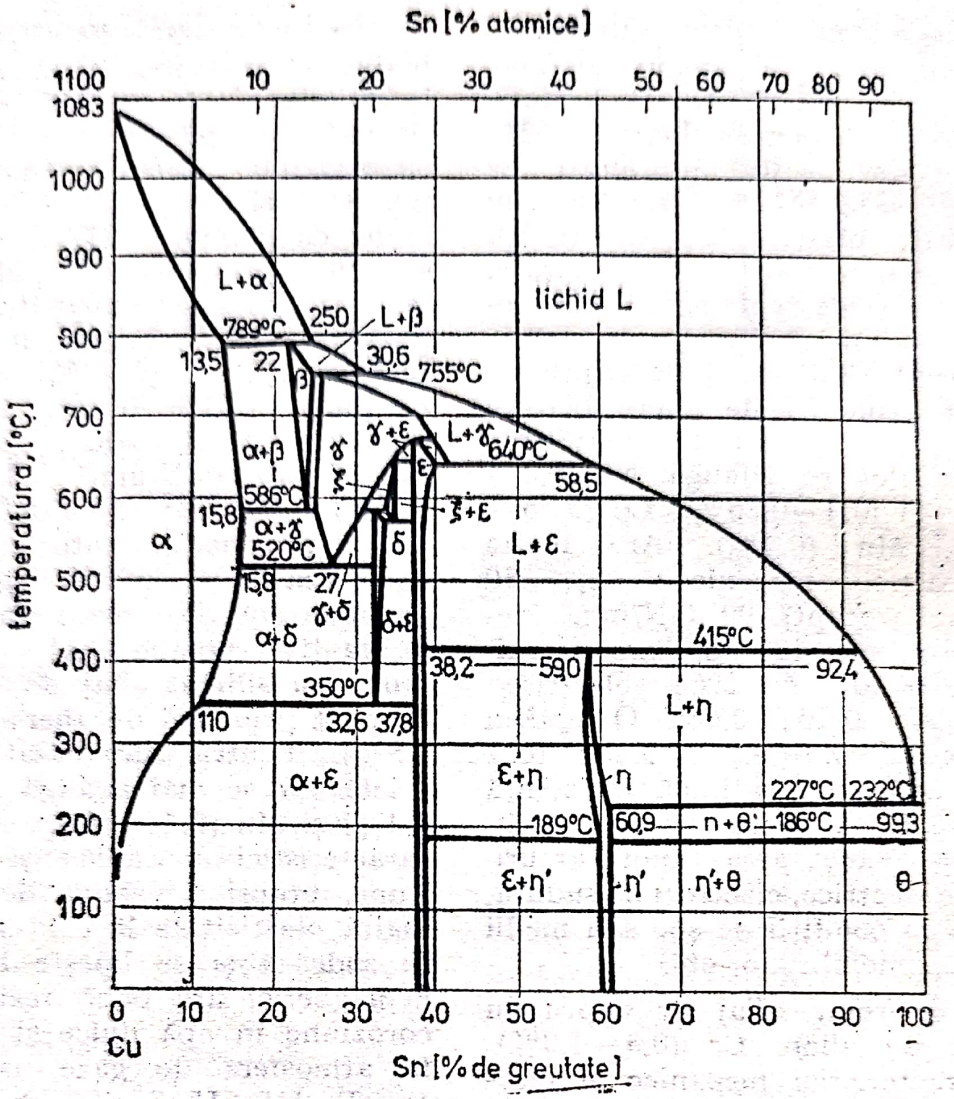



**Fig. B. 11.**

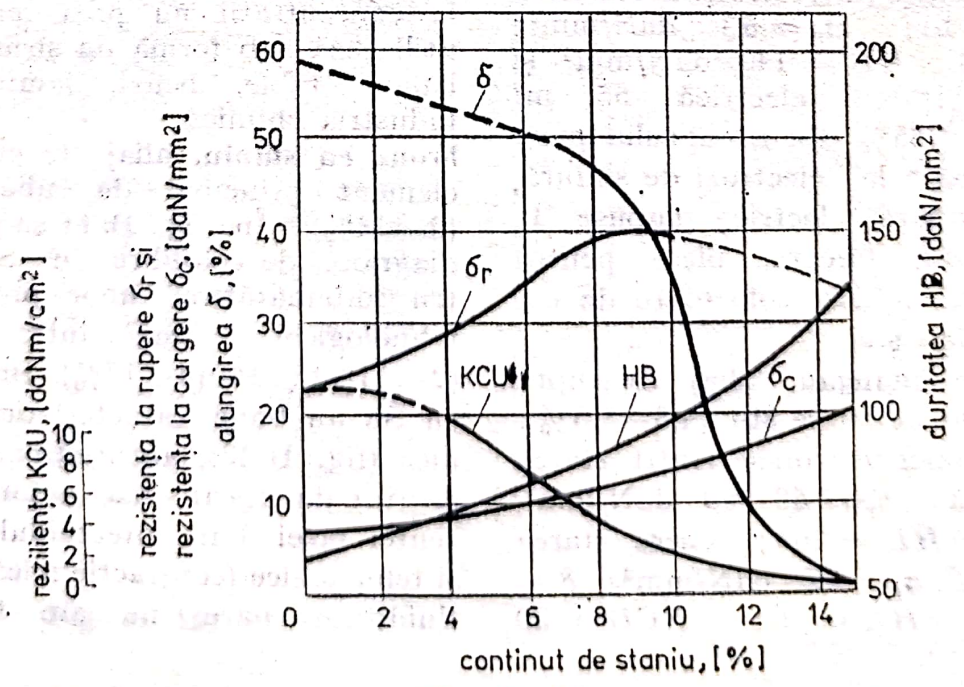



**Fig. B. 12.**

mare de a dizolva gaze). Au înaltă rezistență la coroziune în mediul ambiant în abur uscat și umed, în apă dulce și de mare, în gaze uscate și în oxigen, la temperatura normală. În schimb, se corodează rapid în apele de mină ce conțin săruri oxidante, în soluții de amoniac, în gaze cu Cl, Br, I la temperaturi înalte și în gaze sulfuroase umede. Sînt puțin sensibile la supraîncălzire, se sudează și se lipesc ușor, nu generează scîntei la lovire, sînt diamagnetice și rezistente la ger. Se întrebuințează în stare turnată la lagărele de alunecare (de mașini unelte, de material rulant etc.), armăturile de presiune (de abur și apă, pînă la 25 at), diferitele piese solicitate la uzură (melci, roți melcate, piulițe de ghidare, axuri etc.) și în stare laminată (arcuri, membrane, lamele arcuitoare, piese de alunecare, elemente pentru industria chimică).

**BRONZ GRAFITAT,** bronz cu un conținut de grafit variabil între 2 și 5%, folosit la fabricarea lagărelor autoungătoare prin tehnologia metalurgiei pulberilor (presare—sinterizare). La producerea pieselor din **B.G.** se utilizează pulberi de cupru, staniu și grafit. Acestea se amestecă în anumite proporții, se presează și se sinterizează. Urmează apoi calibrarea și impregnarea în ulei. La obținerea pulberilor necesare acestui material se aplică mai multe procedee. Cea mai bună pulbere de cupru, în acest caz, se obține prin metoda electrolitică. Pulberea electrolitică de cupru este foarte pură, cu granulele de formă dendritică care se presează foarte bine. Pulberea de staniu poate fi realizată atît pe cale electrolitică cît și prin pulverizare cu aer. Pulberea de grafit se obține prin măcinare folosindu-se un grafit foarte pur (99,8% C). Sinterizarea **B.G.** are loc în curent de hidrogen în două etape: în prima fază, la temperatura de 400°C, are loc topirea staniului și solubilizarea lui în cupru; în faza următoare, la o temperatură de 800°C se formează soluția solidă $\alpha$. După sinterizare și calibrare piesele sînt impregnate în ulei prin imersie într-o baie de ulei mineral încălzit la 110—120°C. Piesele din **B.G.** se pot folosi la fabricarea motoarelor electrice, în industria ușoară (aspiratoare, mașini de cusut, biciclete), în industria textilă etc.

**BUNCĂR,** siloz de capacitate mică pentru depozitat minereu, calcar, cocs, amestec de formare etc. Este construit din beton armat sau oțel și, în mod obișnuit, are profil paralelipipedic cu partea inferioară în formă de trunchi de con sau de piramidă pentru a ușura evacuarea și pentru a evita blocarea materialelor. Uneori, prezintă un profil cilindric cu partea inferioară în formă de trunchi de con. În cazul materialelor sfărîmicioase care conțin praf, **B.** sînt prevăzute la partea superioară cu capace de închidere, fiind puse în legătură cu instalații de desprăfuire.

**BURETE DE FIER,** material în stare solidă sub formă de bulgări cu un contur exterior neregulat, de pelete sferice sau de pulbere fină, rezultat din reducerea directă a minereurilor de fier la temperaturi joase (500—1100°C). Denumit astfel datorită porozității sale avansate, este folosit în mod obișnuit, ca materie primă pentru elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc, înlocuind parțial sau total fierul vechi. Conținutul de oxigen îndepărtat din minereu în timpul reducerii poate varia de la 40 la 99%, față de cel existent inițial. De asemenea, conținutul de steril din **B. de F.** variază între 0,5 și 10%, în funcție de gradul de preparare a minereului folosit. Cele mai exigente condiții de puritate și grad de reducere se impun pulberii de fier folosită în

Scanned with OKEN Scanner

metalurgia pulberilor. Indicele de calitate a **B. de F.** numit *grad de metalizare*, M, reprezintă raportul dintre conținutul de fier metalic, $Fe_{met.}$, și fier total, $Fe_{tot.}$, calculat cu relația $M = \frac{Fe_{met.}}{Fe_{tot.}} \cdot 100$, %.

Fierul total reprezintă suma procentuală dintre conținutul de fier metalic (fier redus) și de fier rezidual neredus. Cînd valoarea acestui indice depășește 95 % se poate aprecia că reacțiile de reducere s-au desfășurat aproape în totalitate. Denumirea de **B. de F.** include și peletele metalizate.

**BÜRGERS, WILLY GERARD** (n. 16 aug. 1897, Arnhem, Olanda), chimist olandez. Profesor la Universitatea din Delft. Studii și cercetări privind fenomenul recristalizării în metale. A explicat limitele dintre grăunții cristalini ai materialelor metalice prin aranjarea ordonată a dislocațiilor marginale.

**Op. pr.:** *Handbuch der Metallphisik.*

**BY-PASS,** dispozitiv care permite devierea unui fluid de la traseul său inițial (fig. B. 13).

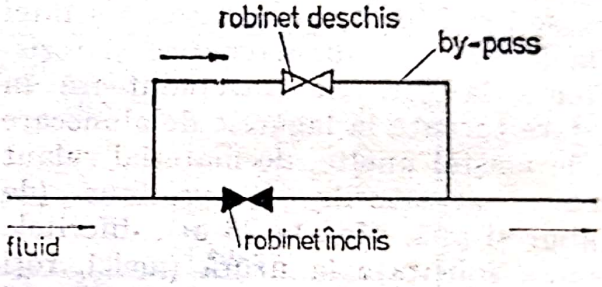



**Fig. B. 13.**

# C

**CADMIERE,** acoperire a metalelor sau aliajelor cu un strat superficial de cadmiu în vederea protecției anticorosive. Depunerea stratului de cadmiu se face prin electroliza unei soluții, formată de ex.: din cianură de cadmiu, cianură de sodiu și sodă caustică; catodul este format din obiectele sau piesele metalice de cadmiat, iar anodul dintr-o placă de cadmiu pur. După **C.** obiectele metalice sînt trecute scurt timp printr-o soluție de acid cromic sau apă oxigenată, care conferă stratului de cadmiu un aspect strălucitor. Se aplică pieselor din oțel, fontă, aliaje de aluminiu, de staniu. Cadmiul fiind toxic trebuie să se evite contactul obiectelor cadmiate cu produsele alimentare.

**CADMIU,** Cd, element metalic din grupa a II-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 48, masa atomică 112,40, valența II. A fost descoperit (1817) de F. Stromeyer. Se află puțin răspîndit în natură însoțind plumbul și zincul în minereurile lor. Metal alb-argintiu, cristalizează în sistemul hexagonal compact, fără alte forme alotropice, este maleabil și prezintă proprietăți mecanice inferioare. Are densitatea 8,64 kg/dm$^3$, p.t. 320,9°C, p.f. 767°C, căldura masică (la 20°C) 230 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}962 \cdot 10^{-2}$ W/m·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,106 $\Omega \cdot mm^2/m$, rezistența de rupere la tracțiune 6,4 daN/mm$^2$ (recopt), alungirea $\delta = 17\%$ (recopt) și duritatea $HB = 16$ (recopt). Prezintă rezistență la coroziune în aer liber datorită stratului subțire de oxid care se formează la suprafață. La cald se combină cu halogenii, sulful, oxigenul, dizolvîndu-se în acid clorhidric, acid sulfuric și acid azotic diluați. Industrial se produce: *cadmiu pur* (99,997% Cd) și *cadmiu tehnic* (99,40—99,95% Cd). Se utilizează pentru acoperiri galvanice anticorosive și ca element de aliere sau component într-o serie de aliaje cu multiple aplicații industriale (bronzuri cu cadmiu, aliaje de antifricțiune, aliaje pentru contacte electrice ș.a.).

**CAJĂ DE ANGRENAJ,** ansamblu alcătuit din cilindri dințați și carcasa din oțel pe care se sprijină aceștia, avînd rolul de a prelua mișcarea de rotație de la motorul principal pentru a fi transmisă direct la cilindri de laminare. În același timp se asigură și sensul de rotație necesar al cilindrilor. Numărul de cilindri dințați și diametrul lor este egal cu al cilindrilor de laminor. Cilindrii cajelor se execută din oțel, iar dantura este supusă unui tratament termochimic pentru mărirea durabilității acestora. Ungerea lagărelor și a cilindrilor dințați se face cu o baie de ulei. Unele laminoare (bluming, slebing, laminoare de roți și bandaje etc.) sînt acționate direct de motorul de acționare și deci în componența lor nu intră **C. de A.**

**CAJĂ DE LAMINARE,** ansamblu format din două cadre de tip des-

Scanned with OKEN Scanner

chis sau închis, legate între ele prin traverse, în care se fixează cilindri de laminor. Pe **C. de L.** sînt amplasate lagărele și portlagărele cilindrilor, mecanismele de reglare a cilindrilor și plăcile de bază. Caja (fig. C 1) se montează pe fundație de beton armat. Cadrele metalice sînt așezate de-o parte și de alta a cilindrilor în dreptul fusurilor. Cadrele cajei se execută din oțel turnat sau din oțel forjat sau laminat și apoi sudat. **C. de L.** constituie utilajul principal al unui laminor, deoarece cu ajutorul acesteia se execută direct deformarea plastică a materialelor. Sin. *cajă de lucru*.

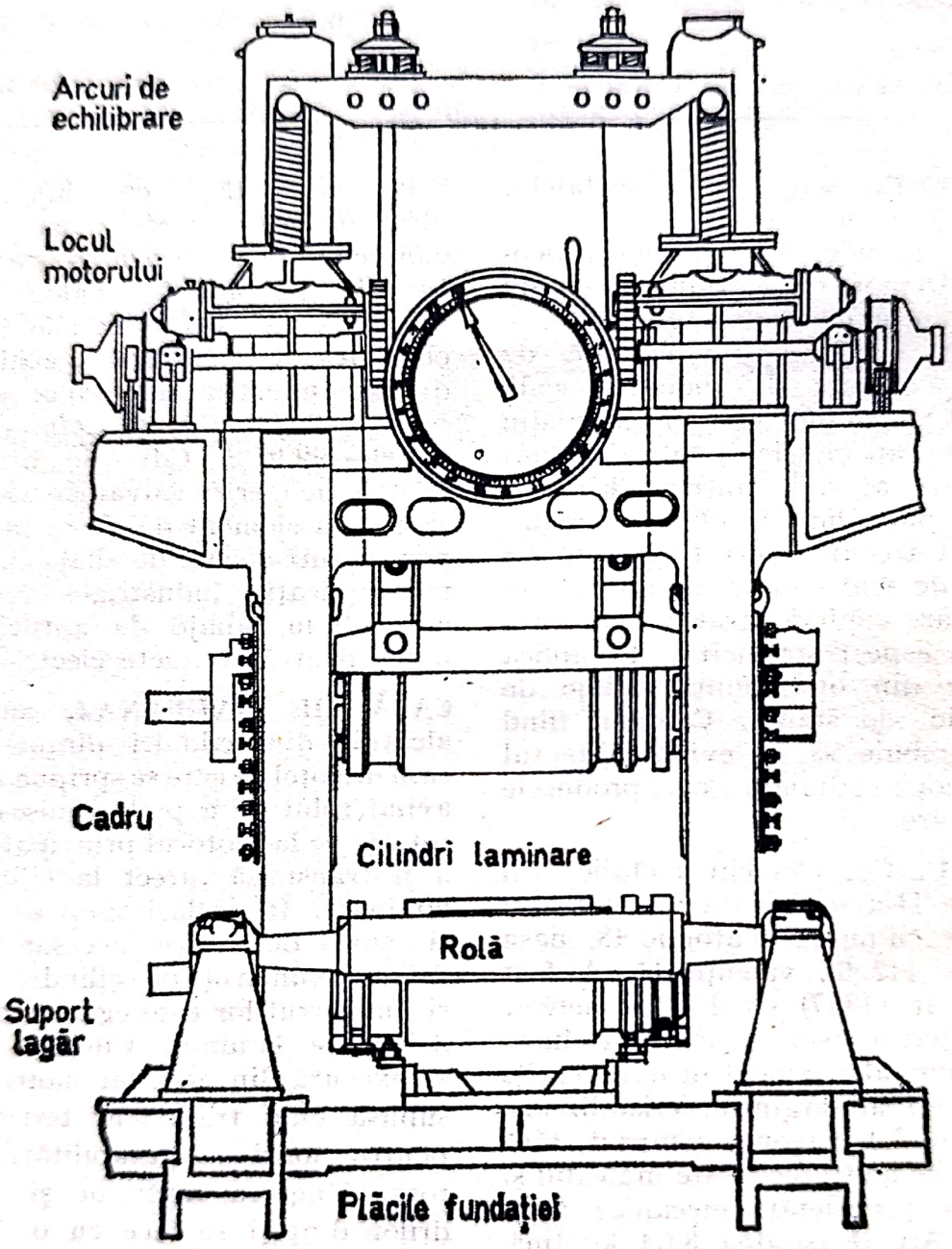



Fig. C. 1.

**CAJĂ DE LUCRU, CAJĂ DE LAMINARE.**

**CALAMINĂ,** $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$, mineral de zinc cu un conținut de 25,01% $SiO_2$, 67,49% ZnO și 7,5% $H_2O$. Cristalizează în sistemul ortorombic și prezintă culoarea albă, galbenă, roșie, brună, verde sau albastră. Are duritatea 5 (scara Mohs) și densitate 3,35—3,50 kg/dm³. În țara noastră se întîlnește la Sasca Montană, Oravița, Dognecea, Ocna de Fier. Se găsește în amestec cu smithsonit în U.R.S.S., R. F. Germania etc.

**CALAVERIT,** $AuTe_2$, mineral de aur; cristalizează în sistemul monoclinic și prezintă culoarea alb-gălbuie. Are duritatea 2,5 (scara Mohs) și densitatea 9,3 kg/dm³. Conține 44% Au și pînă la 4% Ag. În țara noastră se găsește la Săcărîmb și Stănija. Se mai găsește în S.U.A., Canada, Australia etc.

**CALCANIT,** $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, mineral de cupru; cristalizează în sistemul triclinic și prezintă culoarea albastră. Are duritate 2,5 (scara Mohs) și densitatea 2,2—2,3 kg/dm³. Conține: 32,1% $SO_3$, 31,8% CuO, 36,1% $H_2O$, iar ca impurități, fier și uneori Zn, V, Co. În țara noastră se întîlnește în cantități mici. Se folosește ca minereu de cupru.

**CALCAR,** rocă sedimentară sau metamorfică, varietate naturală a carbonatului de calciu ($CaCO_3$), foarte răspîndită în natură și, în general, destul de pură din punct de vedere al compoziției chimice. Materie primă pentru obținerea varului, a dioxidului de carbon etc., se folosește în metalurgie ca fondant. După conținutul în $SiO_2$ și $Al_2O_3$, **C.** folosit ca fondant se clasifică în *calcar superior* (în cazul în care suma acestor oxizi nu depășește 1%), *calcar obișnuit* (suma oxizilor are valori cuprinse între 1 și 3%) și *calcar inferior* (suma oxizilor are valori cuprinse între 3 și 5%). Pentru industria siderurgică din țara noastră sînt exploatate carierele de l. Doman, Băița (Crăciunești, juda Hunedoara) și Mahmudia, situate în apropierea combinatelor producătoare de fontă C. S. Reșița, C. S. Hunedoara și, respectiv, C. S. Galați. Sin. *piatră de var.*

**CALCEDONIE,** varietate a cuarțului fibros, translucidă, de culori diferite: roșu, brun, verde, verde cu pete roșii. În țara noastră apare în numeroase formațiuni geologice în Munții Metaliferi, Munții Trascăului, Munții Banatului și în regiunea Brad. Se folosește la producerea ferosiliciului.

**CALCINARE,** operație de preparare termică care constă în încălzirea materiei prime în absența aerului, în vederea descompunerii ei în elemente sau combinații mai simple. Această operație se aplică carbonaților, hidraților, sulfaților, oxizilor superiori, oxizilor inferiori, conform reacțiilor:

$$MeCO_3 \rightleftarrows MeO + CO_2$$

Ex.: $CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$

$$Me(OH)_2 \rightleftarrows MeO + H_2O$$

Ex.: $Zn(OH)_2 \rightleftarrows ZnO + H_2O$

$$MeSO_4 \rightleftarrows MeO + SO_3$$

Ex.: $CuSO_4 \rightleftarrows CuO + SO_3$

$$3MeO_2 \rightleftarrows Me_3O_4 + O_2$$

Ex.: $3MnO_2 \rightleftarrows Mn_3O_4 + O_2$

$2\,MeO \rightleftarrows 2Me + O_2$; reacția aceasta se întîlnește în practica industrială numai în cazul oxizilor care au tensiune de disociere ridicată (de ex.: $2Ag_2O \rightleftarrows 4Ag + O_2$). **C.** se aplică în scopul economisirii de combustibili superiori în procesele de extracție (**C.** realizîndu-se cu combustibili mai ieftini); îmbogățirii concentratului în metal, prin eliminarea unor componenți din acesta sub formă de gaz; economiei de reducător în procesul de extracție a metalului din oxizi; transformării unor combinații nemag-

Scanned with OKEN Scanner

netice în combinații magnetice, în vederea îmbogățirii pe cale magnetică.

**CALCIU,** Ca, element metalic din grupa a II-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 20, masa atomică 40,08, valența II. A fost descoperit (1808) de H. Davy și J. J. Berzelius. Unul dintre cele mai răspîndite elemente din natură; se găsește sub formă de combinații (piatră de var, dolomit, gips). De culoare alb-argintie, pierde repede luciul metalic în aer liber, datorită formării unui strat de oxid. În funcție de temperatură, **C.** prezintă trei forme alotropice: Ca $\alpha$, Ca $\beta$, Ca $\gamma$. Ca $\alpha$ este stabil pînă la temperatura de 250°C și cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate; Ca $\beta$, cristalizează în sistemul hexagonal compact și prezintă stabilitate între 250—450°C, iar Ca $\gamma$ are domeniu de stabilitate cuprins între 450—845°C și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat. Metal moale și foarte puțin rezistent mecanic, are densitatea 1,55 kg/dm$^3$, p.t. 845°C, p.f 1439°C, căldura masică (la 20°C) 657 J/kg·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,043 $\Omega \cdot mm^2/m$, rezistența de rupere la tracțiune 6 daN/mm$^2$, alungirea $\delta = 10\%$ și duritatea $HB = 15-30$. Reactiv din punct de vedere chimic, descompune apa cu formare de hidroxid și cu degajare de hidrogen. Se combină cu halogenii, oxigenul, sulful, azotul formînd combinațiile respective. Domeniul său de utilizare este destul de restrîns. În metalurgie este folosit ca reducător la obținerea unor metale.

**CALCOPIRITĂ,** $CuFeS_2$, mineral de cupru, cristalizat în sistemul tetragonal, de culoare galbenă de aramă. Conține 34,57% Cu, 30,53% Fe și 34,9% S, la care se adaugă, în cantități mici metale ca: Ni, Au, Ag, ș.a. Are densitatea 4,1—4,3 kg/dm$^3$ și duritatea 3,5—4 (scara Mohs). În țara noastră se găsește la: Moldova Nouă, Oravița, Ciclova, Bălan, Baia de Aramă, Cavnic, Baia Sprie. În lume se cunosc zăcăminte în care C. se găsește asociată cu pirită, blendă sau galenă. Se folosește ca materie primă în metalurgia cuprului.

**CALCOZINĂ,** $Cu_2S$, mineral de cupru, cristalizat în sistemul rombic, cubic sau hexagonl, de culoare gri, albastră sau neagră. Conține 79,83% Cu și 20,17% S. Are densitatea 5,5—5,8 kg/dm$^3$ și duritatea 1—2 (scara Mohs). În țara noastră se găsește la Toroiaga, Deva, Stănija, Abrud. Zăcăminte importante se găsesc în S.U.A., Perú, Bolivia, Italia, R.S.C. Constituie cel mai important minereu de cupru.

**CALE CU ROLE,** instalație de transport continuu pe role de reazem, amplasate la distanțe egale una de cealaltă, sprijinite prin intermediul fusurilor pe un cadru metalic. Rolele se execută din țevi metalice (oțel), avînd în interior un ax cu două fusuri care se montează în lagăre prevăzute cu rulmenți cu bile. Principalele materiale care se transportă pe **C. cu R.** sînt: lingouri, plăci, piese metalice, rame de formare, produse laminate etc. După modul de acționare pot fi acționate sau neacționate. La *căile cu role acționate*, rolele sînt rotite de un motor și pun în mișare prin frecare sarcinile care se află pe ele. Rolele pot fi acționate individual în comun sau unele acționate și altele libere. La *căile cu role neacționate* (fig. C.2) rolele sînt rotite prin frecare de sarcinile care se deplasează pe ele, deplasarea sarcinilor fiind executată manual. Uneori **C. cu R.** au o mică înclinare pentru a permite deplasarea sarcinilor sub acțiunea greutății proprii. Sin. *rolgang*.

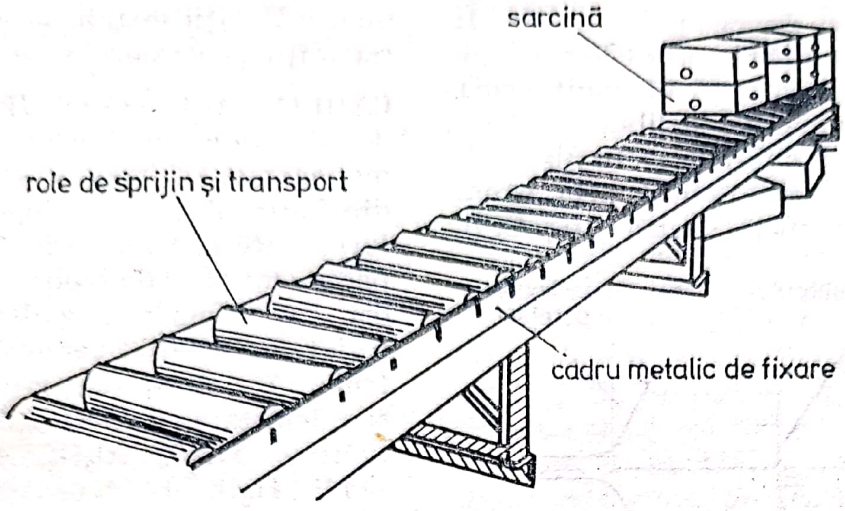



Fig. C. 2.

**CALIBRAREA CILINDRILOR DE LAMINOR,** stabilire a succesiunii de calibre necesare obținerii unui profil dat. O calibrare rațională trebuie să asigure în principal realizarea unor produse laminate cu dimensiunile exacte, fără defecte și cu un consum minim de energie. La **C.C. de L.** trebuie să se țină seama de o serie de factori printre care : lățirea materialului metalic, scăderea temperaturii laminatului, caracteristicile laminorului etc. Calibrarea constă din mai multe faze care trebuie să se desfășoare în următoarea succesiune : alegerea formei calibrelor și a sistemului de calibrare, stabilirea coeficienților de deformare, determinarea numărului de treceri, calculul diametrelor și a unghiului de prindere, stabilirea dimensiunilor profilului la cald și executarea calibrelor pe tăblia cilindrilor. La stabilirea coeficienților de deformare există tendința de a se folosi reduceri cît mai mari pentru a se ajunge la dimensiunea finală cu un număr mic de treceri. În practică se folosesc mai mult coeficienții de alungire. Determinarea numărului de treceri se face pe baza coeficienților de alungire. Realizarea calibrelor pe tăblia cilindrilor de laminor se efectuează prin strunjire și se verifică cu ajutorul șabloanelor construite special pentru acest scop.

**CALIBRU DE LAMINOR,** deschidere dintre doi cilindri de lucru de laminor, avînd în general forma pe care urmează să o obțină materialul metalic după trecerea printre ei. În timpul unei treceri, laminatul umple calibrul, luînd forma acestuia. Pentru realizarea unui material laminat este necesară efectuarea unui număr de treceri printre cilindri pe baza unui sistem de calibrare bine stabilit. Prin *sistem de calibrare* (fig. C. 3) se înțelege un ansamblu de calibre de diferite forme prin care metalul trece succesiv pînă ajunge

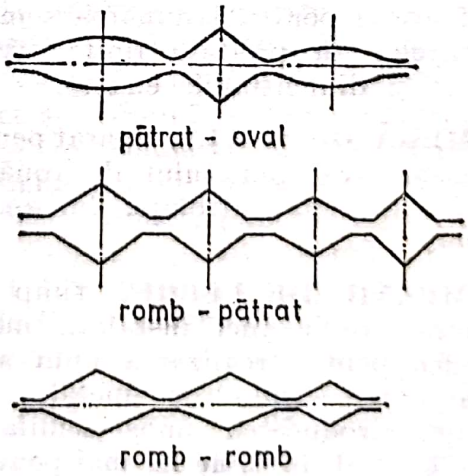



Fig. C. 3.

la forma și dimensiunile dorite. În vederea laminării profilelor simple se utilizează în mod obișnuit următoarele sisteme de calibrare: cutie, pătrat-oval, romb-pătrat, romb-romb. Un calibru este definit prin următoarele elemente geometrice (fig. C. 4):

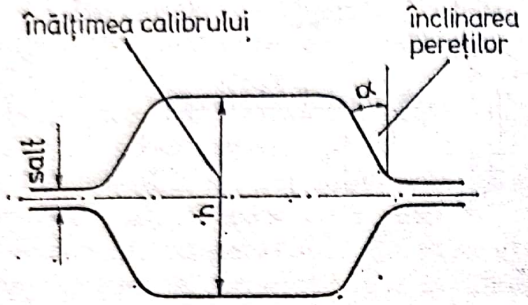



**Fig. C. 4.**

înălțimea, adîncimea, saltul, lățimea, înclinarea pereților laterali și rotunjirea colțurilor calibrului. Saltul este distanța dintre doi cilindri, în momentul trecerii metalului prin calibru. Din punct de vedere al destinației, calibrele pot fi degrosisoare, pregătitoare și finisoare. *Calibrele degrosisoare* au forme geometrice simple, de obicei dreptunghiulare și sînt destinate obținerii semifabricatelor din lingouri. *Calibrele pregătitoare* se utilizează pentru obținerea țaglelor și platinelor din semifabricate cu secțiuni mari sau pentru realizarea unor laminate cu secțiuni apropiate produsului finit. *Calibrele finisoare* se folosesc pentru laminarea semifabricatelor în produse finite, avînd forma și dimensiunile exacte.

**CAMERĂ DE CEAȚĂ,** aparat pentru determinarea punctului de rouă al unei atmosfere controlate. Sin. *aparat Almor.*

**CAMPANIE DE LUCRU,** timp de funcționare a unei instalații metalurgice pentru realizarea unui scop (elaborarea anumitor metale sau aliaje, producerea unor semifabricate etc.). Prin **C. de L.** mai poate fi denumită și perioada de funcționare a unei instalații metalurgice între două reparații generale.

**CAOLIN,** $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, silicat de aluminiu, cristalizat în sistemul monoclinic. Cristalele sînt formate din foițe subțiri sau din solzi vermiformi care sînt incolori. Masele compacte sînt însă de culoare albă, deseori, cu o nuanță galbenă, brunăroșiatică, uneori verzuie sau albăstruie. Are duritatea 1 (scara Mohs) și densitatea 2,58—2,60 kg/dm³. Conține 39,5% $Al_2O_3$, 46,5% $SiO_2$ și 14% $H_2O$. În țara noastră se găsește în munții: Metaliferi, Bihorului, Gilăului, Rodnei, Călimani; în Banat (Moldova Nouă, Sasca Montană) și în Dobrogea (Medgidia). În cantitate mare se găsește în U.R.S.S., Anglia, R. S C., R. D. Germană, R. F. Germania, R. P. Chineză (în muntele „Cau-Ling" de unde a primit și numele), Franța, S.U A. etc. Are multiple întrebuințări industriale: ceramică fină la fabricarea porțelanului și a faianței, material refractar, material de construcție, la elaborarea feroaliajelor cu aluminiu, la obținerea vopselelor etc.

**CAPILARITATE,** defect în piesele turnate, sub formă de goluri filiforme, de grosimea unui fir de păr și cu lungimi variabile pînă la 20—30 mm (uneori chiar pînă la 100—150 mm). Apare în oțelurile de construcții, de scule și, uneori, în oțelurile inoxidabile și refractare, în secțiunea transversală a materialului deformat plastic sau numai în zona periferică. Se datoresc conținutului mare de gaze și, mai ales, de incluziuni nemetalice în masa metalică de bază. Se înlătură prin coroiaje cît mai mari și temperaturi ale semifabricatului cît mai înalte.

**CARAT 1.** Indice al conținutului în aur al aliajelor, exprimat prin numărul părților de aur cuprinse în 24 de părți de aliaj. Aurul pur are

Scanned with OKEN Scanner

24 de carate. **2.** Unitate de măsură (tolerată) a masei diamantului și a altor pietre prețioase egală cu 0,2 g.

**CARBON FIX,** carbon elementar nelegat chimic care rămîne în combustibil după îndepărtarea totală a materiilor volatile. De ex.: conținutul de **C.F.** al cocsului de furnal este determinat de carbonul care nu se degajează cu materiile volatile și, ca urmare, arde furnizînd căldură; totodată participă și la procesele de reducere din furnal și de carburare a fontei. În cocsul uscat (anhidru) conținutul de **C.F.** variază în mod obișnuit între 85 și 88%.

**CARBONITRURARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței oțelurilor, respectiv, fontelor simultan cu carbon și azot, din mediu gazos, la 500—700°C *(carbonitrurare la temperatură joasă)* sau la 840—930°C *(carbonitrurare la temperatură înaltă)*. Structura și proprietățile stratului carbonitrurat sînt asemănătoare cu ale stratului cianizat; grosimea sa este de 0,25—1,25 mm. Prin **C.** se realizează creșterea rezistenței la uzură și la oboseală a materialului carbonitrurat și, în unele cazuri, și la coroziune. Se utilizează pentru creșterea durabilității și fiabilității pieselor de mașini.

**CARBORUNDUM,** carbură de siliciu, CSi, obținută pe cale industrială din carbon și dioxid de siliciu. Prezintă aceeași structură cristalină ca și a diamantului. Are densitatea 3,2 kg/dm³ și duritatea 9,2 (scara Mohs) foarte apropiată de a diamantului. Nu se înmoaie și nu se topește; de la 2300°C se descompune în C și Si. În prezența oxigenului are loc un proces de oxidare a siliciului, care începe lent la 1000°C și se intensifică la 1700°C. Pentru obținerea **C.** se formează un amestec de cuarț pur, cocs de petrol, rumeguș de lemn (5—10%) și clorură de sodiu (1,0—1,5%). Rumegușul de lemn afînează amestecul de materiale iar clorura de sodiu ajută la eliminarea impurităților dăunătoare (Fe, Al etc.). Materialele sînt încălzite la o temperatură de 2000—2200°C, într-un cuptor electric cu rezistență, formarea carburii de siliciu avînd loc după reacția: $SiO_2 + 3C = CSi + 2CO$. **C.** cristalin pur este incolor și conține cca 30% C și 70% Si. Se utilizează la fabricarea rezistențelor electrice, ca material abraziv și suprarefractar. Unele produse refractare pe bază de **C.** folosesc un liant organic sau sticlă solubilă și prezintă o stabilitate termică bună pînă la 1700°C. O altă categorie de produse refractare se obțin dintr-un amestec de **C.** (20—85%), șamotă și argilă. → *produs refractar.*

**CARBURARE,** operație prin care se obține creșterea cantității de carbon dintr-un metal sau aliaj lichid. De obicei, se realizează introducînd în baia metalică a aliajului respectiv, substanțe cu conținut ridicat de carbon ca: praf de cocs, resturi de electrozi etc.

**CARBURĂ,** combinație binară a carbonului cu metale și semimetale. După tipul legăturilor chimice se clasifică în: ionice, covalente și metalice. Unele **C.** nu reprezintă combinații stoechiometrice, avînd compoziții intermediare care nu se supun legilor valenței. Se obțin: prin încălzirea unui amestec de pulberi metalice și carbon în mediu de gaze inerte sau reducătoare; topind oxizii metalelor cu elemente carburigene la 1500 — 2000°C ($MeO + C = MeC + CO$) și prin alte metode. În tabelul 2 se prezintă unele caracteristici ale **C.** Utilizările acestora sînt determinate de proprietăți. Înalta lor stabilitate chimică determină utilizarea în construcția de mașini și instalații chimice (turbine, ajutaje, căptușala reactorilor nucleari); conduc-

Scanned with OKEN Scanner

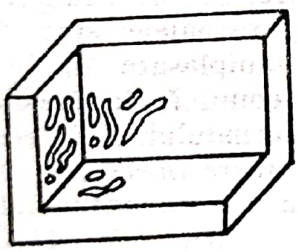
*Tabelul 2*

| Carburi | Carburi cu legături de tip ionic | | | | | | Carburi cu legături de tip covalent sau metalic | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CaC_2$ | $BaC_2$ | $LaC_2$ | $CeC_2$ | $BeC_2$ | $Al_4C_3$ | TiC | ZrC | VC | TaC | $Cr_3C_2$ | $Mo_2C$ | $W_2C$ | WC | $Fe_3C$ | SiC | $B_4C$ |
| Densitatea, kg/dm³ | 2,21 | 3,72 | 5,35 | 5,56 | 2,44 | 2,95 | 4,94 | 6,60 | 5,50 | 14,5 | 6,72 | 9,06 | 17,3 | 15,70 | 7,69 | 3,22 | 2,52 |
| Temperatura de topire, $T_t$, °C | 2300 | 2000 | 2360 | 2290 | 2400 | 2100 | 3150 | 3420 | 2850 | 3880 | 1895 | 2580 | 2795 | 2785 | 1650 | 2827 | 2250 |
| Căldura de formare, $\frac{kcal}{mol}$ | 14,1 ±2 | 12,1 ±4 | 38,0 | — | 28,0 | 49,5 | 43,9 | 47,7 | 24,1 | 34,0 | 8,1 | 11,0 | 7,9 | 9,1 | —5,4 | 15,8 | 13,8 |
| Coeficient de dilatare liniară (2—1800° C) $\frac{1}{1°C} \cdot 10^6$ | — | — | — | — | — | — | 8,5 | 6,95 | 7,2 | 8,29 | 11,7 | 7,8 | — | 5,2 | — | 4,7 | 4,5 |
| Conductivitate termică, kcal/cm·s°C | — | — | — | — | — | — | 0,069 | 0,09 | 0,094 | 0,053 | 0,046 | 0,076 | 0,072 | 0,083 | — | 0,24 | 0,29 |
| Rezistivitatea, cm | — | — | 45 | 60 | $1,1 \cdot 10^6$ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Microduritatea, daN/mm² | — | — | — | — | — | — | 3100 | 2900 | 25500 | 1600 | 13300 | 1500 | 1450 | 1800 | 1080 | 3340 | 4950 |
| Rezistența de rupere la tracțiune, $\sigma_r$, daN/mm² | — | — | — | — | — | — | 56 | 30 | — | — | — | — | — | — | — | 18 | — |
| Rezistența la compresiune, daN/mm² | — | — | — | — | — | — | 135 | 170 | — | — | — | — | — | 270 | — | 80 | — |
| Modul de elasticitate longitudinal $E$, daN/mm² | — | — | — | — | — | — | 46000 | 55000 | 43100 | 50000 | 38000 | 54400 | 42800 | 72200 | — | 38600 | 48000 |

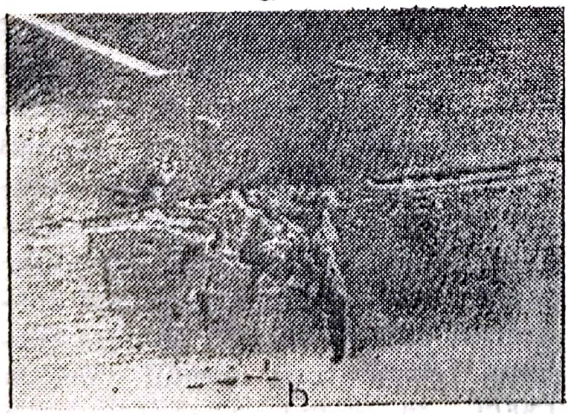
Scanned with OKEN Scanner

tibilitatea metalică sau semiconductibilitatea, bunele proprietăți de termoemisie, capacitatea de a trece în stări supraconductoare: la executarea rezistorilor, a pieselor pentru dispozitive semiconductoare, a contactelor electrice, ca materiale magnetice și la termocatozi în electronică; temperatura de topire și refractaritatea înalte: la executarea tecilor pentru termocuple, creuzete etc.; **C.** sînt prezente ca faze în aliajele rezistente la temperaturi înalte și refractare, dar fragile, și în compoziția aliajelor foarte dure, rezistente la uzură, obținute prin metalurgia pulberilor (W—Co și Ti—W); duritatea și dispersia mari determină folosirea lor la lustruirea și finisarea metalelor. Carbura $Fe_3C$ formată în aliajele Fe—C este dură, fragilă și fără plasticitate.

**CARIE,** defect sub formă de adînciturи distribuite neuniform, alungite sau rotunde, cu margini neregulate, uneori umplute cu nisip, pe suprafața piesei turnate (fig. C.5). Poate



a



b

**Fig. C. 5. Carie**

*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

apărea datorită unui conținut excesiv de gaze în piesa turnată, degajării masive de gaze din formă, fluidității insuficiente a metalului lichid sau umplerii încete a cavității formei cu metal lichid, ceea ce dă posibilitatea de interacțiune cu gazul din cavitatea formei.

**CARNALIT,** $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$, mineral de magneziu și potasiu, cristalizat în sistemul ortorombic, incolor sau ușor colorat în roșu. Are densitatea 1,6 kg/dm³ și duritatea 1,2 (scara Mohs). Conține 34,2% $MgCl_2$, 26,8% KCl și 39% $H_2O$. Uneori o parte din potasiu poate fi înlocuită cu sodiu. Se găsește în cantități mari în R. D. Germană, U.R.S.S., Iran etc. Se folosește ca materie primă în metalurgia potasiului și a magneziului.

**CARNOTIT,** $K_2[UO_2/VO_4]_2 \cdot 3H_2O$, vanadat de uraniu, cristalizat în sistemul ortorombic. De culoare galbenă sau galbenă-verzuie, cu strălucire puternică, are duritatea 2—2,5 (scara Mohs) și densitatea 4,46 kg/dm³. Conține 10,44% $K_2O$, 63,41% $UO_3$, 20,16% $V_2O_5$ și 5,99% $H_2O$. Analizele mai pun în evidență $Na_2O$, MgO, CaO și mici cantități de CuO, PbO. Se întîlnește în cantități mari în S.U.A. (Colorado, Pensilvania), Australia, Zair. Minereurile cu **C.** se folosesc, în special, la elaborarea aliajelor de vanadiu.

**CASITERIT,** $SnO_2$, mineral al staniului care cristalizează în sistemul tetragonal. Este incolor sau de culoare galbenă, brună, roșie sau neagră. Are duritatea 6—7 (scara Mohs), densitatea 6,8—7,1 kg/dm³ și un conținut de 78,62% Sn și 21,38% $O_2$. Se găsește în U.R.S.S., Nigeria, Anglia, S.U.A., Bolivia. Se utilizează în metalurgia staniului.

**CATALIZATOR,** substanță care modifică viteza unei reacții chimice, deși nu participă la reacție, și se

Scanned with OKEN Scanner

regăsește neschimbată la sfîrșitul acesteia. **C.** formează cu unul dintre reactanți un produs intermediar, activ, care reacționează rapid cu celălalt reactant, accelerînd formarea produsului final și regenerînd totodată **C.**

**CATAPLEIT,** $Na_2Zr\,[Si_3O_9]\,2H_2O$ sau $H_4(Na_2Ca)\,ZrSi_3O_{11}$, silicat de sodiu și zirconiu; la temperatura obișnuită pare a fi monoclinic deformat, iar la 140°C devine hexagonal. Are duritatea 6,0 (scara Mohs) și densitatea 2,8—3 kg/dm³. Varietatea cu calciu apare mai frecvent roșu-galben, roșu de carne sau chiar brună; pulberea este galben-deschisă. Conține 30—40% $ZrO_2$. Se găsește în sudul Norvegiei, Suediei, S.U.A. și în sudul Groenlandei. Minereurile cu **C.** se supun operației de îmbogățire și se folosesc la producerea aliajelor de zirconiu.

**CAUPER,** preîncălzitor de aer de construcție specială, utilizat pentru preîncălzirea aerului suflat în furnal. A fost inventat de către A. E. Cowper, în 1860. Corpul **C.** de forma unui turn vertical cu înălțimea de 30—35 m și diametrul de 6—9 m, se confecționează din tablă de oțel sudată și se căptușește cu cărămizi refractare. Se compune din două camere: cameră de ardere cu secțiune eliptică sau circulară, dotată cu un arzător de gaz, și camera grătarelor umplută cu grătare din cărămidă refractară, care reprezintă suprafața de schimb de căldură. Camerele sînt unite între ele printr-o cupolă. În funcție de modul de amplasare a camerei de ardere pot fi: *cu cameră de ardere interioară* și *cu cameră de ardere exterioară*. **C.** are o funcționare alternativă, în două perioade: perioada de încălzire și perioada de răcire. În perioada de încălzire (de gaz) se introduce în camera de ardere cu ajutorul arzătorului de gaz, combustibilul gazos (gaz de furnal sau bigaz format din gaz de furnal și gaz metan) împreună cu aerul de ardere; flacăra se dezvoltă pe înălțimea camerei de ardere, iar gazele arse care ajung la temperatura maximă în spațiul de sub cupolă, sînt dirijate în jos. Străbătînd de sus în jos camera grătarelor gazele cedează grătarelor cea mai mare parte din căldura pe care o conțin și, apoi, trec prin spațiul de sub grătar, la care se racordează conducta de evacuare în canalul care face legătura cu coșul de fum. În perioada de răcire (de aer) sînt întrerupte legăturile cu arzătorul și cu conducta de evacuare a gazelor arse prin închiderea șuberelor respective. Aerul rece care vine de la suflantă prin conducta de aer rece este introdus sub grătar prin deschiderea șuberului de aer rece; străbate, apoi, grătarul în sens invers, de jos în sus, trece prin spațiul de sub cupolă în camera de ardere și este evacuat în conducta de aer cald. După ce grătarul s-a răcit se întrerupe circulația aerului și **C.** este trecut din nou pe încălzire. Datorită funcționării discontinue, furnalele sînt dotate cu 3—4 **C.** amplasate în bloc, pe o fundație comună, în imediata apropiere a furnalului. *Cauperele cu cameră de ardere interioară*, (fig. C. 6), pot asigura temperaturi ale aerului suflat în creuzet de 1150—1200°C *Cauperele cu cameră de ardere exterioară*, (fig. C. 7), cu care se dotează în ultima vreme furnalele moderne sînt construite pentru a funcționa cu temperaturi în cupolă de cca 1550°C, încît să poată asigura menținerea constantă a temperaturii aerului suflat în creuzetul furnalului la cca 1350°C. Se preconizează construirea unor **C.** care să permită ridicarea temperaturii aerului pînă la 1500°C, în scopul utilizării acestuia la furnalele de 1719—5000 m³ volum util.

Scanned with OKEN Scanner

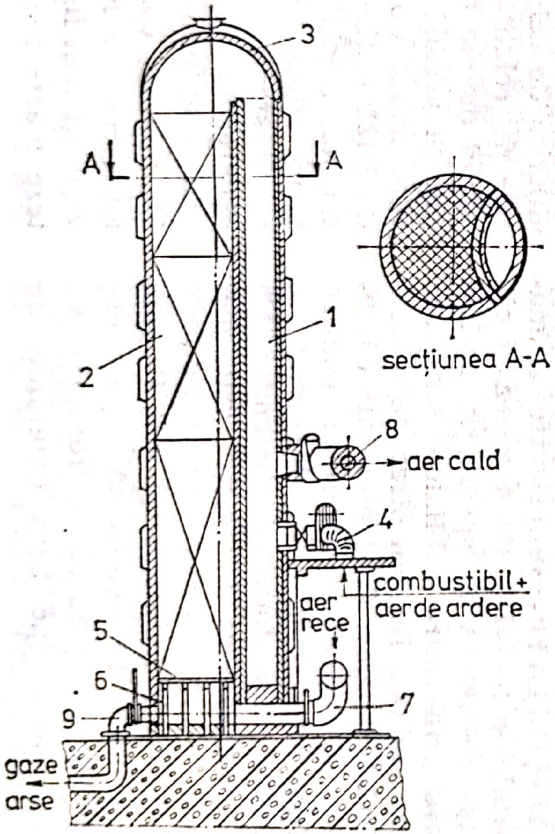
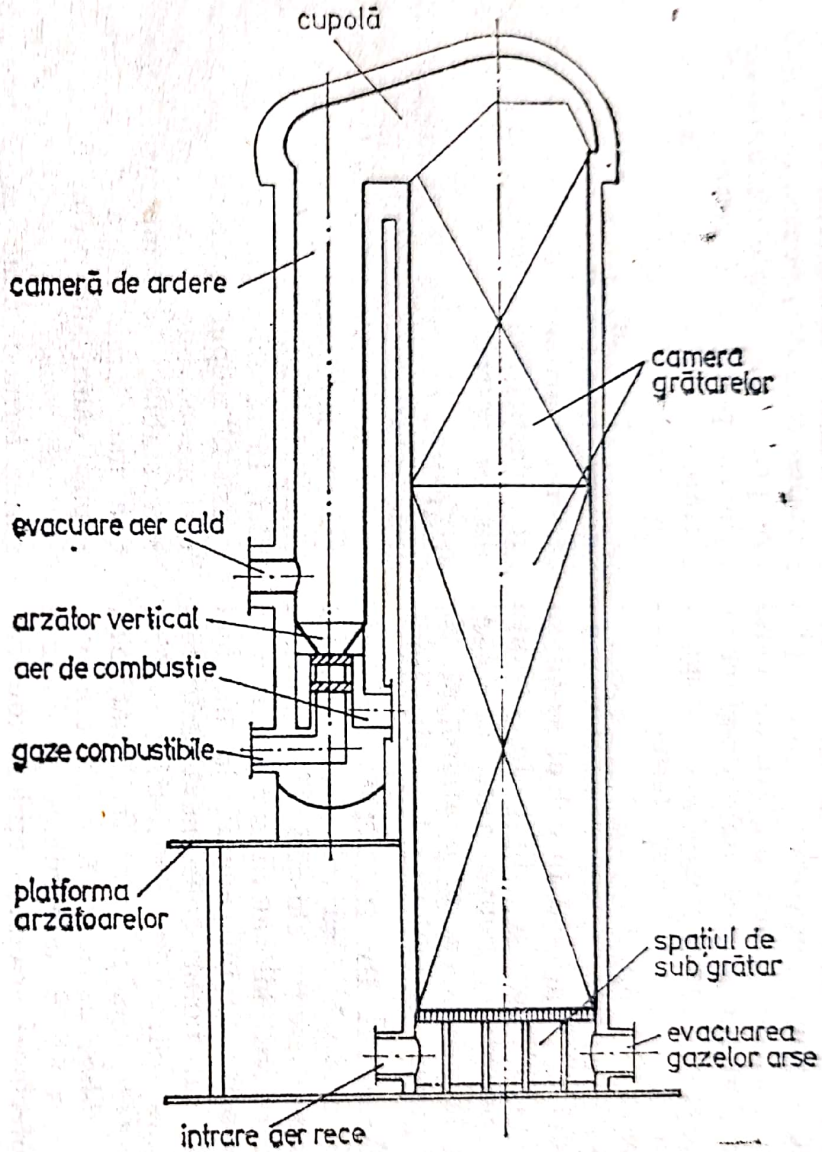



**Fig. C. 7. →**

**←Fig. C. 6. Cauper cu cameră de ardere interioară :**

*1* — cameră de ardere ; *2* — camera grătarului ; *3* — cupolă ; *4* — arzător ; *5* — placă de fontă ; *6* — stîlpi pentru susținerea grătarului ; *7* — racord la conducta de aer rece ; *8* — racord la conducta de aer cald ; 9 — racord la canalul de fum.




Scanned with OKEN Scanner

**CĂLDURĂ DE FORMARE,** cantitate de căldură degajată sau absorbită la formarea unei unități de masă (g, kg) sau a unei molecule-gram de substanță din elementele componente. În cazul reacțiilor exoterme se notează cu semnul —, iar în cazul reacțiilor endoterme cu semnul +. În mod convențional în calcul se consideră elementele aflate în condiții standard, la temperatura de 25°C și la presiunea de o atmosferă. Se exprimă în calorii, kcalorii, jouli.

**CĂLDURĂ DE REACȚIE,** cantitate de căldură degajată sau absorbită într-o reacție chimică. Se exprimă în calorii, kilocalorii sau jouli și se raportează, în general, la un mol de substanță consumată sau formată în reacție. Se disting, *căldură de reacție la presiune constantă*, $\Delta H$, și *căldură de reacție la volum constant*, $\Delta E$, ambele determinate în condiții izoterme. În cazul reacțiilor exoterme, sistemul cedează căldură mediului, iar în cazul reacțiilor endoterme, sistemul absoarbe căldură.

**CĂLDURĂ MASICĂ,** cantitate de căldură necesară pentru a ridica temperatura unui gram de substanță cu un grad. Se disting, *căldură masică la presiune constantă*, $c_p$, și *căldură masică la volum constant*, $c_v$. Se exprimă în kcal/kg·K sau J/kg·K.

**CĂLIBILITATE,** proprietate a materialelor metalice de a putea fi călite. Se referă în special la oțeluri care prin călire dobîndesc structură martensitică într-un strat de o anumită adîncime. **C.** depinde de condițiile de încălzire și răcire, de compoziția oțelului și, în mod special, de cinetica transformării austenitei. Cu cît stabilitatea austenitei este mai mare la temperatura de transformare perlitică și bainitică cu atît **C.** este mai mare. Se determină experimental (de ex.: prin călire frontală) sau prin calcul (pe baza diagramei de transformare a austenitei). În majoritatea cazurilor, pentru obținerea de proprietăți mecanice uniforme în secțiunea piesei este necesară călirea străpunsă, adică neprezența în structură a constituenților nemartensitici de transformare a austenitei (ferită, perlită, bainită). Prezența constituenților nemartensitici determină scăderea plasticității și rezilienței după călire și revenire.

**CĂLIRE,** operație de tratament termic constînd în încălzire peste temperatura transformării de fază, menținerea la această temperatură, urmată de răcire rapidă (în apă, în ulei, în săruri topite etc.). Se realizează în scopul obținerii unor structuri metastabile la temperaturi joase, sau stabile, la temperaturi înalte. Cea mai largă grupă de materiale supuse călirii sînt oțelurile. Conform (→) *diagramei de echilibru Fe—C* starea termodinamic stabilă peste linia *GSE* este austenita, iar sub linia *PSK*, amestecul de ferită și cementită ($Fe_3C$). La răcire înceată, de la temperaturi superioare liniei *PSK*, austenita, conform diagramei de echilibru, se descompune în ferită și cementită. La viteze mari de răcire transformările structurale în oțel, corespunzătoare diagramei de echilibru Fe—C, nu pot avea loc și se formează structuri metastabile, cu proprietăți diferite de cele existente la structurile de echilibru. Ca rezultat al **C.**, oțelul devine foarte dur și rezistent, dar în același timp prezintă fragilitate mare. Constituenții metastabili de bază obținuți prin **C.** sînt: martensita, troostita și sorbita. Cu creșterea vitezei de răcire descompunerea austenitei în ferită și cementită decurge la temperaturi din ce în ce mai joase (punctul $Ar_1$ coboară mult). Pe măsura coborîrii punctului $Ar_1$, amestecul de ferită și cementită devine tot mai fin și mai dur, ca la viteze foarte mari de răcire să nu se

Scanned with OKEN Scanner

mai formeze, apărînd martensita. Troostita și sorbita sînt formate tot din ferită și cementită, dar cu lamele foarte fine (subțiri), nu grosolane (groase) ca la perlită, reprezentînd stări intermediare între martensită și perlită; caracteristicile lor mecanice au, de asemenea, valori intermediare. În funcție de viteza de răcire, la **C.** se formează structuri amestecate: martensită-troostită, troostită-sorbită ș.a. Viteza de răcire necesară pentru transformarea austenitei în martensită variază în funcție de conținutul de carbon al oțelului. Viteza minimă de răcire la care pentru un oțel dat se realizează transformarea austenitei în martensită se numește viteză critică de călire (sau răcire). Transformarea austenitei în martensită decurge în intervale determinate de temperaturi. Se cunosc diferite procedee de **C.**: simplă, în două medii, în trepte, izotermă, directă, dublă, locală, la alb, superficială, cu flacără, prin inducție. *Călirea simplă* se realizează utilizînd un singur mediu de răcire (de obicei, apă sau soluții de diferite substanțe în apă). Avantaje: simplitate, posibilitate ușoară de mecanizare și automatizare. Dezavantaje: pericol mare de apariție a crăpăturilor, motiv pentru care se aplică pieselor cu configurație simplă. *Călirea în două medii* se realizează prin răcire succesivă, de la temperatura la care a avut loc austenitizarea, în două medii de răcire. În primul mediu (de obicei, în apă) răcirea se produce cu o viteză mai mare decît cea critică, iar în al doilea mediu (în ulei sau în aer) cu o viteză mai mică. Se pot utiliza diferite tipuri de asociații de medii de răcire. Prin răcirea rapidă, în primul mediu, se evită apariția constituenților perlitici, iar prin răcirea încetă, în cel de-al doilea mediu, se asigură micșorarea tensiunilor interne și a pericolului de apariție a crăpăturilor de călire. Se aplică sculelor din oțeluri cu conținut mare de carbon. *Călirea în trepte* constă în: 1) răcirea piesei de la temperatura de austenitizare într-o baie de ulei cald, metale sau săruri topite, aflată la temperatură puțin superioară punctului $M_s$ sau între $M_s$ și $M_f$; 2) menținerea la această temperatură pentru egalizarea temperaturii în toată piesa, fără însă să înceapă transformarea austenitei; 3) răcirea pînă la temperatura ambiantă în cel de-al doilea mediu (de obicei, aer), cînd are loc transformarea martensitică simultan în toată piesa. Procedeul se aplică pieselor din oțel carbon cu diametrul pînă la 10—12 mm și din oțel aliat cu diametrul pînă la 20—30 mm. Peste aceste dimensiuni nu se poate asigura viteza critică de călire. *Călirea izotermă* se aseamănă cu călirea în trepte, cu deosebirea că piesa este menținută în mediul de răcire pînă la transformarea completă, izotermă, a austenitei. De obicei, temperatura de descompunere a austenitei se află în intervalul 250—300°C. Structura optimă a oțelului după **C.** este troostită aciculară, cunoscută sub numele de bainită. Se aplică numai pieselor relativ mici. *Călirea directă* se realizează cînd piesa este supusă la răcire pentru **C.** direct de la temperatura la care se află piesa la sfîrșitul prelucrării (de ex.: de la temperatura de cementare). *Călirea dublă* reprezintă tratamentul termic aplicat pieselor cementate care constă din două **C.** succesive, cu sau fără operații intermediare, prima cu răcire de la temperaturi superioare punctului $Ac_3$ (**C.** pentru miez), iar a doua de la temperatura superioară punctului $Ac_1$ (**C.** pentru strat). *Călirea locală* reprezintă procedeul prin care se călesc numai anumite porțiuni din piesă. *Călirea la alb* se caracterizează prin faptul că încălzirea pentru austenitizare se realizează în cuptoare cu atmosferă de protec-



Scanned with OKEN Scanner

ție, pentru împiedicarea decarburării, urmată de răcire în ulei. *Călirea superficială* permite durificarea suprafețelor pieselor (miezul rămînînd moale și tenace, datorită structurii inițiale nemodificate prin **C.**) care funcționează în condiții de frecare și de șoc. Constă din încălzirea rapidă a suprafeței piesei deasupra punctului $Ac_3$ cu un arzător de gaz sau cu curenți de înaltă frecvență, centrul ei rămînînd aproape neîncălzit și răcirea cu apă. După răcire piesa va prezenta la suprafață structură martensitică, iar în interior structura inițială, nemodificată prin **C.**

În cazul marii majorități a aliajelor neferoase utilizate în tehnică, prin călire se realizează structuri stabile la temperaturi înalte, care natural (în timp) sau artificial (prin încălzire), revin prin fenomenul de îmbătrînire, la structuri stabile la temperaturi joase. Acest tip de călire este cunoscut sub numele de *călire de punere în soluție*.

**CĂRĂMIDĂ REFRACTARĂ,** produs rezistent la temperaturi înalte fasonat cu anumită formă și dimensiune. **C. R.** poate fi: normală, pană scurtă, pană lungă etc. *Cărămida normală* are forma unui paralelipiped dreptunghic (fig. C. 8). După destinație, mărimea ei este variabilă, valoarea celor trei dimensiuni principale (*a*, *b*, *c*) corespunzătoare fiecărui tip de cărămidă fiind dată în STAS. *Cărămida pană lungă*, (fig. C. 9), are forma unei prisme dreptunghiulare cu înălțimea mult mai mare decît lungimea (pană lungă). După destinație, are o mărime variabilă, valoarea celor patru dimensiuni principale (*a*, *b*, *c*, *d*) corespunzătoare fiecărui tip de cărămidă fiind dată în STAS. *Cărămida pană scurtă*, (fig. C. 10), are forma unei prisme dreptunghiulare, cu lungimea mult mai mare decît înălțimea (pană scurtă). În funcție de utilizare, are o mărime variabilă, valoarea celor patru dimensiuni principale (*a*, *b*, *c*, *d*) corespunzătoare fiecărui tip de cărămidă fiind dată în STAS.

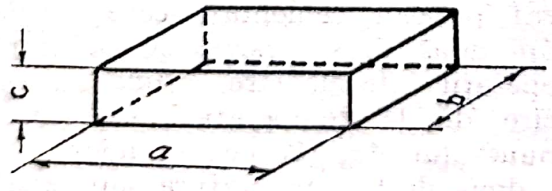



**Fig. C. 8.**

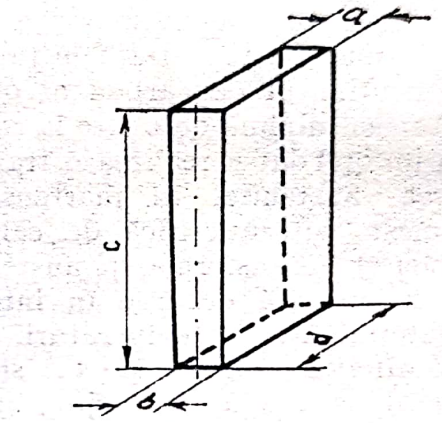



**Fig. C. 9.**

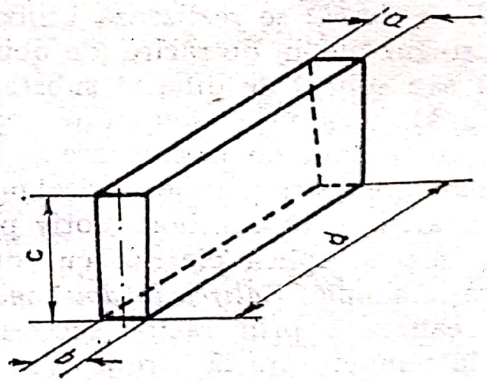



**Fig. C. 10.**

**CĂRBUNE,** rocă sedimentară organogenă formată prin incarbonizarea (descompunerea anaerobă în condiții de presiune și temperaturi ridicate) a resturilor vegetale, desfășurată în diferite ere geologice. Se găsește în scoarța terestră sub formă de strate sau lentile, cu grosimi care variază de la cîțiva centimetri la cîțiva zeci de metri, intercalate între alte roci sedimentare. După vîrsta geologică se cunosc mai multe varietăți de **C.**

Se întrebuințează drept combustibil și ca materie primă în industria chimică. **C.** din țara noastră se clasifică în: *turbă, cărbune brun, cărbune brun huilos, huilă* și *antracit.*

**CĂRBUNE ACTIV,** carbon sub formă de cocs, mangal, negru de fum etc. cu o înaltă putere de adsorbție la gaze, datorită unei suprafețe de contact mai mare, ca urmare a creșterii numărului de pori. Se obține, încălzind aceste materiale la 800—1200°C într-un curent de vapori de apă, oxigen sau dioxid de carbon. În tabelul 3 sînt prezentate cantitățile de diverse gaze adsorbite de 1 g de cărbune activ la temperatura de 15°C. În metalurgie, **C. A.** poate fi utilizat la desulfurarea unor gaze (de ex.: gazul metan). Îndepărtarea gazelor adsorbite pe **C. A.** în vederea reutilizării lui se face trecînd peste cărbune un curent de abur sub presiune.

*Tabelul 3*

| Gaz | $SO_2$ | $Cl_2$ | $NH_3$ | $H_2S$ | $CO_2$ | CO | $O_2$ | $N_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cantitate de gaz adsorbit, ml | 380 | 324 | 181 | 98,9 | 47,6 | 9,3 | 8,2 | 8,0 |

**CĂRBUNE BRUN,** cărbune de culoare brună pînă la neagră, cu o putere calorifică inferioară de 21 000—30 240 kJ/kg. Se întrebuințează drept combustibil energetic. Se clasifică în: cărbune brun pămîntos (singurul cărbune care poate fi brichetat fără liant), cărbune brun lemnos (lignit), cărbune brun mat și cărbune brun cu luciu smolos. Se extrage din localitățile, Vîrciorova, Mehadia, Codlea, Cristian, Șorecani, Surduc, Rusca, Cărbunești, Rovinari, Vîlcea etc.

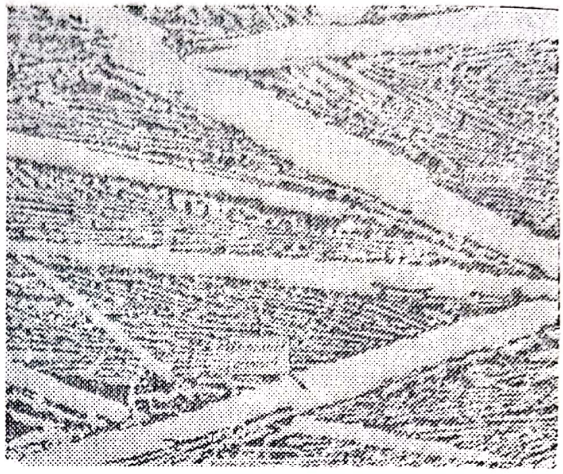
**CĂZI PIRAMIDALE,** clasoare hidraulice pentru sortarea în curent de apă a materialelor solide (minereuri). Constau din pîlnii sau căzi de formă piramidală cu vîrful în jos, așezate de-a lungul unui canal. Clasele simptotice de material depuse pe fundul pîlniilor sînt scoase cu ajutorul unor tuburi îndoite în formă de gît de lebădă, care comunică la capătul lor inferior cu fundul căzilor. Lungimea și numărul căzilor se aleg în funcție de cantitatea de amestec de material solid cu apă, de mărimea particulelor de material și de numărul claselor care trebuie să se obțină.

**CEMENTARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor metalice cu carbon în scopul creșterii durității, care conferă rezistența la uzură. La **C.** se supun oțelurile carbon și aliate, cu 0,1—0,18% C, în cazul pieselor mari ajungînd pînă la 0,2—0,3% C. Se poate realiza în mediu solid sau gazos. La *cementarea în mediu solid* se utilizează mangal, semicocs sau cocs de turbă, la care se adaugă activatori ($BaCO_3$ și $Na_2CO_3$). O compoziție larg utilizată este: 20—25% $BaCO_3$, 3,5% $CaCO_3$ și 76,5—71,5% mangal, la o temperatură de 910—930°C; durata variază funcție de mărimea pieselor și adîncimea stratului cementat, între 5 și 14 h și, uneori, chiar

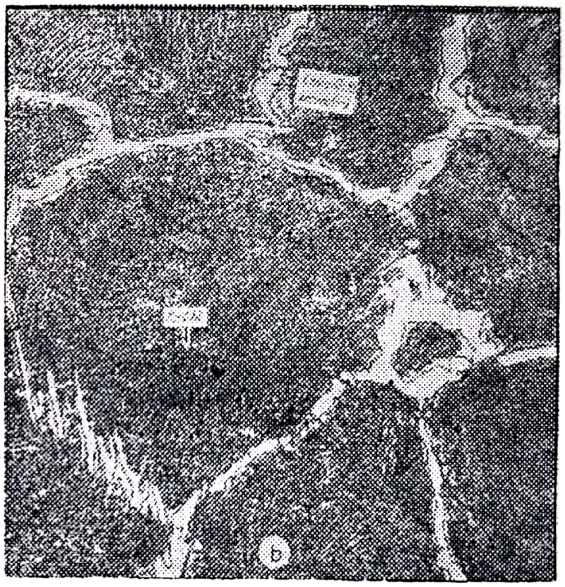
Scanned with OKEN Scanner

mai mult. La *cementarea în mediu gazos* se folosesc medii de gaze care conțin carbon, cel mai mult utilizîndu-se gazul metan. Se poate realiza discontinuu (în cuptor cu cuvă) sau continuu (în cuptoare cu acțiune continuă, cu sau fără mufla). Un control sigur al obținerii unui conținut optim de carbon în stratul cementat (0,8%) se realizează în atmosfere controlate endoterme. **C.** se realizează la 930—950°C, durata procesului fiind de 6—12 h la cuptoare cu acțiune continuă și de 3—10 h la cuptoare cu acțiune discontinuă. De obicei, după **C.** se efectuează un tratament termic de călire și, uneori, de călire și revenire, pentru finisarea proprietăților. Adîncimea stratului cementat este de 0,8—1,4 mm, iar structura sa se schimbă în adîncime: la suprafață perlită și, uneori, cementită secundară urmată de perlită și, apoi, progresiv, și ferită pînă la structura masei metalice de bază. De obicei, **C.** se aplică numai asupra unor părți de piese solicitate mai mult la uzură.

**CEMENTITĂ,** $Fe_3C$, carbură de fier cu 6,67% C, constituent al aliajelor Fe—C. Se poate prezenta sub formă de cristale de *cementită primară* (fig. C. 11, *a*) dezvoltate liber (aciculare) la fontele hipereutectice, de insule la fontele albe, de rețea de *cementită secundară* (fig. C. 11, *b*) la oțelurile hipereutectice și de pene sau rețea întreruptă de *cementită terțiară* (fig. C. 11, *c*). Este foarte dură ($HB = 700—800$), cu înaltă rezistență statică, foarte fragilă (KCU = = 0), are temperatură înaltă de topire (aproape 1600°C) și este slab feromagnetică sub 217°C (peste această temperatură pierde proprietățile magnetice).



*a*



*c*

**Fig. C. 11.**

**CENUȘĂ,** reziduu solid rezultat prin arderea completă a unui material organic (combustibililor solizi și lichizi). **C.** rezultată prin arderea unei

huile cu un conținut de 9,2% C. are următoarea compoziție chimică, %: 63,5 $SiO_2$, 23,8 $Al_2O_3$, 4,6 $Fe_2O_3$ 1,5 CaO, 1,0 MgO. Conținutul de C. existent într-un combustibil este unul din factorii care determină calitatea combustibilului. Cu cît acesta este mai mare cu atît cantitatea de căldură degajată de combustibil este mai mică.

**CERMEȚI,** produse obținute dintr-un amestec de pulberi metalice și nemetalice, prin tehnologia caracteristică metalurgiei pulberilor (presare-sinterizare). Denumirea indică combinația dintre ceramică și metal. Sînt alcătuiți din una sau mai multe faze nemetalice dure și refractare, dar fragile (oxizi, carburi, boruri etc.) și o fază metalică ductilă, rezistentă la coroziune la cald, servind ca liant. Pot fi clasificați în: cermeți constituiți pe bază de combinații dure și metale ca liant și cermeți pe bază de oxizi metalici și metale ca lianți, aceștia constituind clasa C. propriu-ziși. Din prima categorie fac parte C. pe bază de: carburi, boruri, nitruri etc. *Cermeții pe bază de carburi* sînt compuși dintr-o carbură cu duritate foarte mare și cu rezistență la temperaturi sub 1400°C, și un metal (nichel sau cobalt) ca liant. Cei mai cunoscuți sînt: carburile de wolfram cu cobalt (WC—Co), carburile de crom cu nichel (CCr—Ni) și carburile de titan cu cobalt (CTi—Co). Carburile de wolfram cu cobalt sînt utilizate la confecționarea cuțitelor pentru tăierea prin așchiere a metalelor (permițînd viteze de tăiere ridicate datorită refractarității materialului pînă la 800°C). Carburile de titan cu cobalt au o rezistență mare de rupere la tracțiune, precum și o refractaritate ridicată. Dintre *cermeții pe bază de boruri și un metal*, borura de zirconiu și nichel (ZrB—Ni) prezintă un interes deosebit, fiind utilizată în cazurile în care se lucrează cu temperaturi ridicate și în contact cu metale în stare topită. *Cermeții pe bază de oxizi metalici* sînt compuși dintr-un oxid rezistent la temperaturi peste 1700°C ($Al_2O_3$, MgO etc.) și o fază metalică ca liant (fier, nichel, crom, cobalt etc.). Metalul care îndeplinește rolul de liant trebuie să prezinte oxizi cu aceeași formă cristalină ca oxizii ceramici. După presare, piesele obținute pot avea o rezistență redusă datorită, în special, fragilității pulberii, din care motiv sînt necesare presiuni mari pentru compactizare. În acest scop se aplică și unele procedee speciale (presarea prin vibrații sau presarea hidrostatică). Operația de sinterizare se realizează la o temperatură de 1300—1600°C în atmosferă de hidrogen sau argon. Se utilizează ca materiale refractare, materiale de antifricțiune, pentru acoperiri de protecție etc. Din această categorie fac parte alumina + fier, alumina + crom și zircon + molibden.

**CERNOV, DMITRI KONSTANTINOVICI** (n. 1 nov. 1839 — m. 2 ian. 1921), metalurg rus. Fondator al metalografiei. Profesor la Institutul de tehnologie practică din Petersburg (azi Leningrad). A elaborat teoria tratamentelor termice ale oțelului și a demonstrat transformarea structurii și proprietăților mecanice ale oțelurilor cu variația temperaturii, stabilind (1868) totodată existența punctelor critice ale transformărilor de fază ale oțelurilor (*punctele Cernov*). Autor al teoriei cristalizării oțelului turnat. Studii privind deformările plastice la rece ale oțelului. A elaborat metode de obținere directă a oțelului din minereuri.

**CERUZIT,** $PbCO_3$, mineral de plumb. Cristalizează în sistemul ortorombic și prezintă culoarea albă, gri, galbenă sau brună. Are densitatea 6,46—6,57 kg/dm³ și conține 16,5%

Scanned with OKEN Scanner

$CO_2$ și 83,5% PbO. Constituie un minereu important de plumb. În țara noastră se găsește la Gemenea (Cîmpulung Moldovenesc), Șinca Nouă, Moldova Nouă, în regiunea Baia Mare, Colțești (Turda). Zăcăminte importante se găsesc în U.R.S.S., Franța, R. F. Germania, Anglia, S.U.A. etc.

**CESIU,** Ce, element metalic din grupa I-a principală, cu numărul atomic 55, masa atomică 132,905, valența I. A fost descoperit (1860) de R. W. Bunsen și G. R. Kirchhoff. Se găsește în natură numai sub formă de combinații chimice, în cantități foarte mici. Are culoarea alb-aurie și este considerat cel mai moale metal. **C.** cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, fără alte forme alotropice, are densitatea 1,87 kg/dm³, p.t. 28,5°C, p.f. 690°C și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,208 $\Omega \cdot mm^2/m$. Este foarte reactiv din punct de vedere chimic ; se combină cu ușurință cu oxigenul, halogenii, sulful, fosforul. Se utilizează la construirea celulelor fotoelectrice.

**CHAMOSIT,** (pron. *șamosit*), silicat de fier și aluminiu, cristalizat în sistemul monoclinic, de culoare verzui-cenușie închisă pînă la negru. Are duritatea 3 (scara Mohs) și densitatea 3,03—3,40 kg/dm³. Conține : 34,3—47,3% FeO, 0—6% $Fe_2O_3$, 13—20,1% $Al_2O_3$, 22,81—29% $SiO_2$, 10—13% $H_2O$ și impurități : MgO pînă la 4,4%, uneori pînă la 7%, CaO pînă la 1,6%, $TiO_2$ pînă la 1,1%. Se găsește în Elveția la Chamoson (de unde și numele), U.R.S.S., R. S. C. Prezintă interes industrial pentru extragerea fierului atunci cînd se găsește în zăcăminte mari, așa cum sînt cele din U.R.S.S.

**CHIBLĂ,** utilaj destinat pentru transportul și încărcarea materialelor în furnalele de capacitate mică și mijlocie (fig. C. 12). Se execută din tablă de oțel sau din fontă prin turnare ; are o formă cilindrică sau ușor tronconică, cu volumul cuprins între 4 și 12 m³. La partea inferioară are un fund conic mobil acționat cu ajutorul unei tije care la partea superioară este prevăzută cu un inel pentru prinderea ei în macara. **C.** se așază pe un suport situat deasupra conului mic al aparatului de încărcare și prin coborîrea tijei se golește de material.

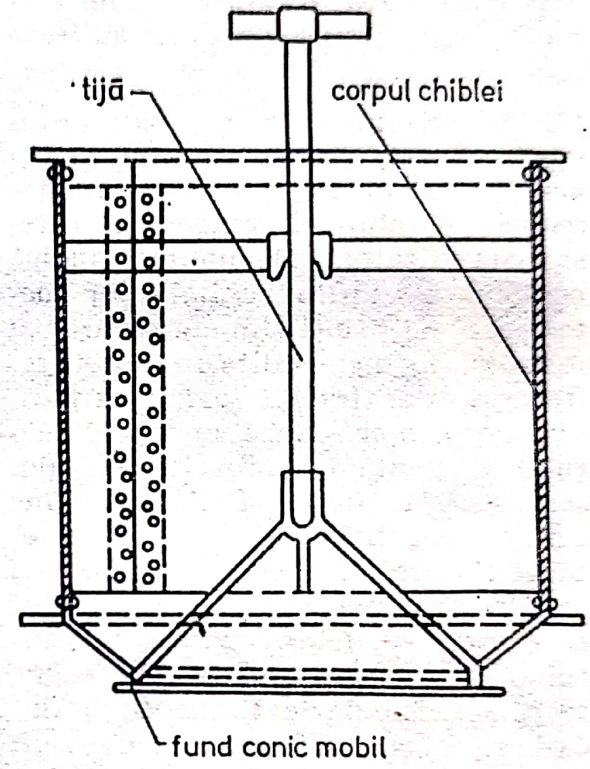



**Fig. C. 12.**

**CHIT DE TURNĂTORIE,** material auxiliar utilizat pentru diferite reparații, completări și rectificări ale suprafețelor active ale formelor și miezurilor. Spre deosebire de cleiurile de turnătorie, **C. de T.** vin în contact direct cu aliajul lichid și de aceea în compoziția lor intră și materiale refractare (argilă, nisip cuarțos sau grafit), ca liant utilizîndu-se argilă, bentonită, leșie sulfitică sau dex-

trină. Compoziția lor se alege funcție de aliajul care se toarnă. În cazul turnării pieselor din oțel se utilizează de ex. compoziția: 42% argilă refractară, 42% leșie sulfitică și 16% apă, iar în cazul turnării pieselor din fontă, compoziția: 70% praf de grafit, 6% dextrină, 8% argilă și 16% apă.

**CHRYSOTIL, AZBEST.**

**CIANIZARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor de oțel simultan cu carbon și azot din diferite compoziții de băi de săruri topite (cianuri 8—50% NaCN sau KCN) și săruri neutre (NaCl, $Na_2CO_3$, $BaCl_2$ $BaCO_3$, rar 50% $CaCl_2$) la 520—580°C *(cianizare la temperatură joasă)*, la 760—860°C *(cianizare la temperatură medie)* sau la 900—950°C *(cianizare la temperaturi înalte* sau *cianizare adîncă)*, timp de 0,25—5 h. Grosimea stratului cianizat este cuprinsă între 0,15 și 1,6 mm. Prin **C.** se realizează creșterea rezistenței la uzură (în special, în cazul sculelor de oțel rapid) și la oboseală a materialului cianizat. Se aplică pentru creșterea durabilității și fiabilității pieselor de mașini.

**CIANURARE,** procedeu hidrometalurgic de extragerea aurului și argintului din materii prime, sub formă de cianuri duble de sodiu și aur sau de sodiu și argint din care ulterior urmează să se obțină un aliaj de aur și argint. Are loc conform reacțiilor:

$$2Au + 4NaCN + H_2O + 0{,}5O_2 = 2AuNa(CN)_2 + 2NaOH$$

$$2Ag + 4NaCN + H_2O + 0{,}5O_2 = 2AgNa(CN)_2 + 2NaOH.$$

În funcție de modul în care se realizează contactul între soluția de cianură de sodiu și minereu se folosesc: **cianurarea prin agitare** constînd în amestecarea continuă a minereului fin măcinat în soluția de cianură de sodiu. Amestecarea se realizează mecanic, pneumatic sau mecanic și pneumatic. Rezervoarele în care se realizează operația au formă cilindrică și separarea sterilului de soluția de cianuri se face prin decantare.

**cianurarea prin percolare** constînd în trecerea soluției de cianură de sodiu peste un strat de minereu. În mod frecvent circulația soluției de cianură este descendentă, evacuîndu-se pe la partea inferioară a stratului de minereu. Operația are loc în bazine de mare capacitate (fig. C. 13), executate din lemn sau din tablă de oțel, prevăzute la partea inferioară cu grătare din lemn și filtre din pînză și orificii pentru evacuarea soluției. Pentru dizolvarea cît mai completă a aurului și argintului operația se repetă de mai multe ori.

**CILINDRU DE LAMINOR,** utilaj din oțel sau fontă, de formă cilindrică, care prin mișcarea de rotație acționează asupra materialelor metalice, în stare caldă sau rece, realizînd o deformare plastică. Ca urmare, lingourile și semifabricatele sînt aduse la anumite forme și dimensiuni. Reprezintă elementul de bază al cajei de laminare. Este format din următoarele părți componente: tăblia, fusurile și capul de cuplare (fig. C. 14). Tăblia reprezintă suprafața cilindrului care vine în contact cu materialul supus laminării și este caracterizată prin diametru, $D$, și lungimea, $L$. Poate fi netedă, pentru laminarea tablelor și benzilor, prevăzută cu caneluri (calibre) sau de formă specială pentru laminarea profilelor și a altor produse. Fusurile servesc la sprijinirea cilindrilor în lagăre și sînt situați între tăblie și capul de cuplare

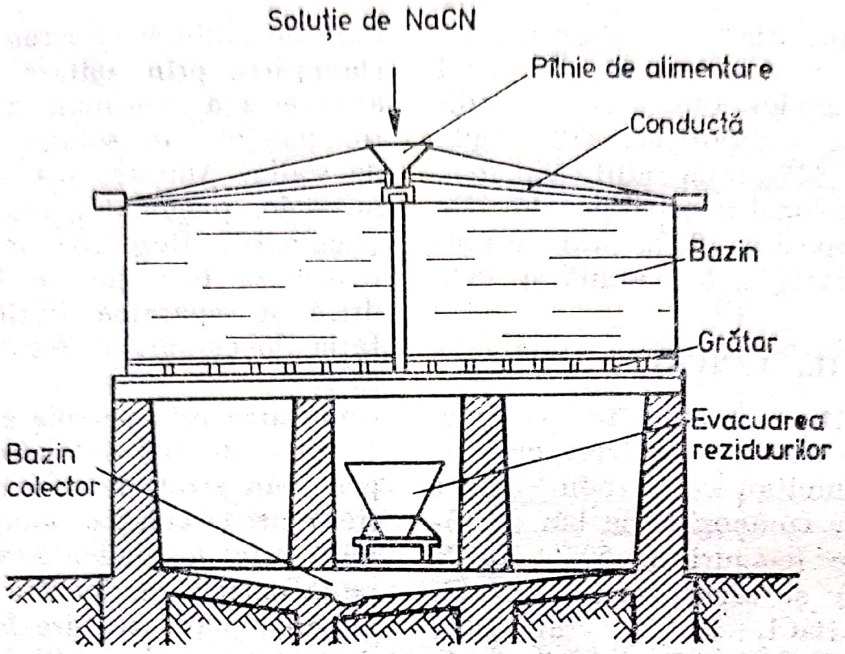



Fig. C. 13.

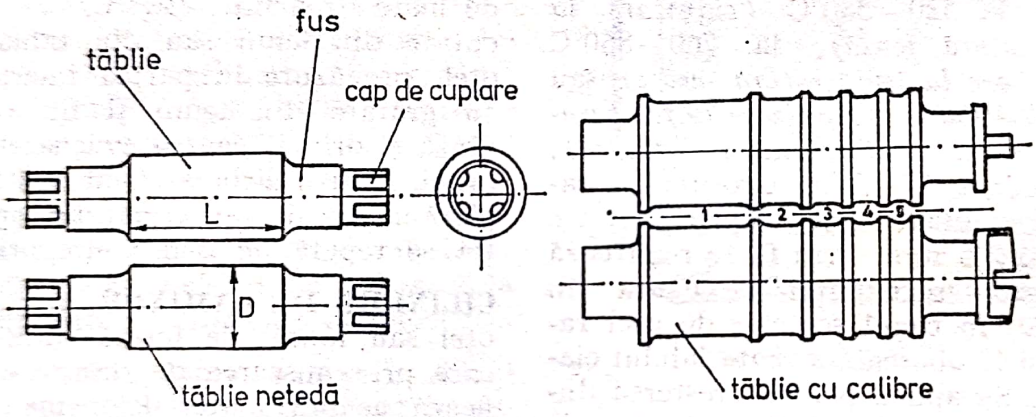



Fig. C. 14.

La cele două extremități, **C. de L.** are o formă specială (capete de cuplare) care îi permite să se cupleze cu barele de antrenare, în vederea recepționării mișcării de rotație. În unele cazuri, cu cel de-al doilea cap de cuplare, cilindrul poate transmite mișcarea de rotație altor caje de laminare. Elementul principal care caracterizează cajele de laminare sînt: diametrul cilindrului, în cazul laminoarelor de profile și lungimea tăbliei pentru laminoarele de tablă sau benzi. În funcție de tipul laminorului între diametrul și lungimea tăbliei trebuie să existe un raport variabil între 1,5 și 4. **C. de L.** se obțin, în mod frecvent, prin turnare sau forjare. Din punct de vedere al durității tăbliei, pot fi: *cilindri moi*, cu duritatea Brinell $HB = 150-250$, executați din oțel turnat sau din fontă cenușie; *cilindri semiduri*, cu duritatea Brinell $HB = 250-350$, executați din oțel sau fontă semidură; *cilindri duri*, cu duritatea Brinell $HB = 350-500$, fabricați din oțel aliat sau din fontă dură; *cilindri extraduri*, cu duritatea Brinell $HB = 500-650$, fabricați din oțel aliat cu crustă dură. Cilindri de fontă se utilizează pe scară largă la laminarea tablelor și benzilor. Astfel, cilindri de lucru ai cajelor finisoare se fabrică întotdeauna din fontă. Avantajul cilindrilor din fontă față de cei din oțel constă în rezistența mai ridicată la uzură, asigu-

rarea unor suprafețe de calitate ridicată a tablelor și benzilor și preț de cost mai scăzut.

**CIMENT**, material sub formă de pulbere fină care în contact cu apa se întărește și după un anumit timp prezintă consistența pietrei. Se prepară prin măcinarea fină (împreună cu unele adaosuri) a clincherului obținut prin calcinarea la temperaturi înalte a marnelor, a calcarelor argiloase sau a unor materii prime bogate în alumină. Timpul de priză este de 3—6 h și poate fi scurtat cu adaosuri ($CaCl_2$, $AlCl_3$, NaCl ș.a.), iar timpul de rigidizare de 8—24 h. Se utilizează la prepararea amestecurilor de formare cu autoîntărire pentru turnătorii. Acestea conțin, în general, 92—88% nisip spălat de turnătorie, 8—12% ciment tip Portland și 6—9% apă. Rezistența amestecului întărit este 6—13 daN/cm².

**CINABRU**, HgS, mineral de mercur cristalizat în sistemul romboedric, cu forme de trapezoedru trigonal. Are culoarea roșie cu reflexe cenușii albăstrui și densitatea 8—8,2 kg/dm³. Conține 86,2% Hg și 13,8% S. În țara noastră se găsește la Baia Sprie, Băiuț și în Munții Apuseni. Zăcăminte importante de **C.** se găsesc în R. F. Germania, R. S. F. Iugoslavia, Spania și U.R.S.S.

**CIOCAN DE FORJAT**, sculă sau utilaj cu ajutorul căruia se realizează prelucrarea materialelor metalice prin forjare. Este cunoscut din cele mai vechi timpuri fiind considerat, alături de topor, printre primele unelte. Ciocanele primitive aveau dimensiuni destul de mari. În Armenia a fost găsit un ciocan gros de 6 cm având o lungime de 21 cm care se presupune că datează din sec. IX înaintea erei noastre. În fig. C. 15 este

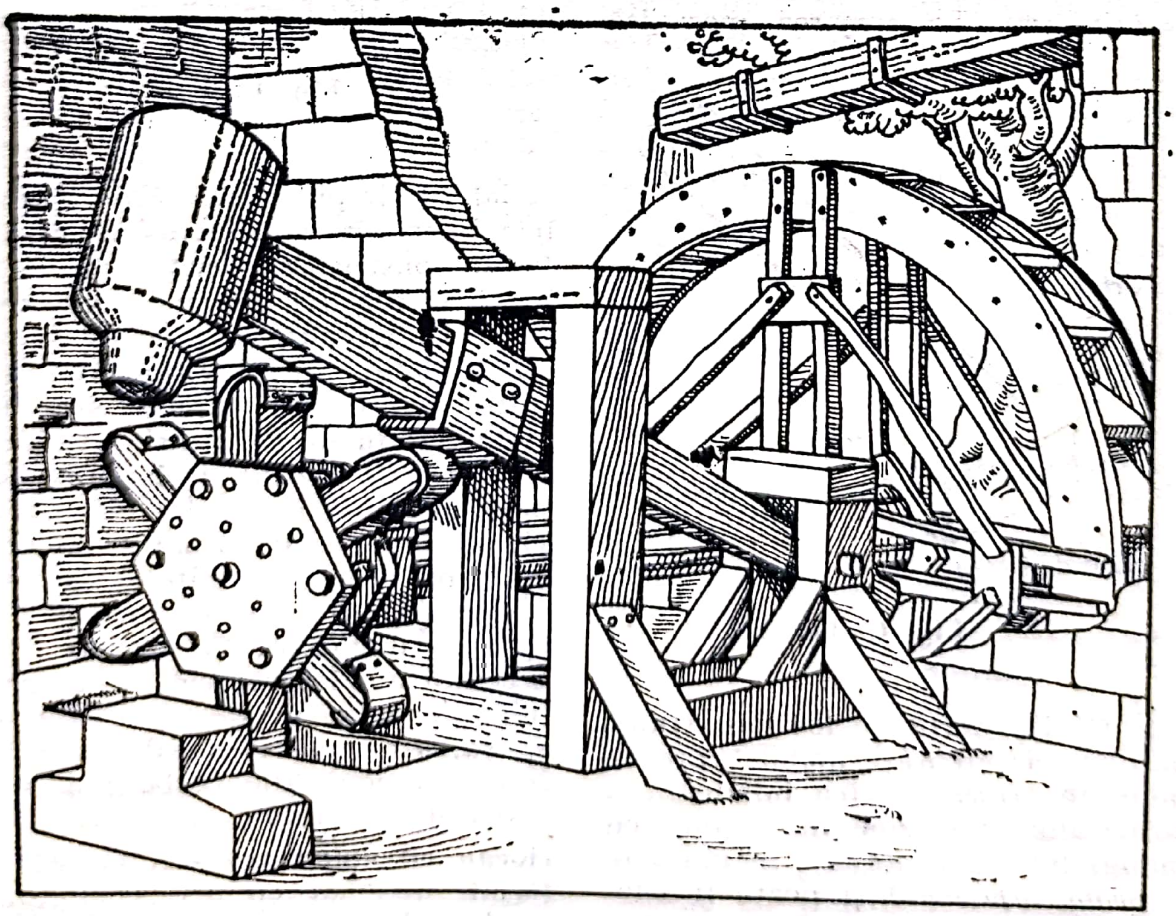


**Fig. C. 15.**

Scanned with OKEN Scanner

reprezentat un **C. de F.** datînd din Evul mediu. Începînd din sec. XIII se utilizau ciocane acționate cu ajutorul apei. Și la noi în țară la Vlăhița se mai păstrează un asemenea ciocan. În sec. XVIII au apărut ciocanele acționate cu aburi (J. Watt, 1784 și J. Nessmith, 1839). **C. de F.** execută deformarea plastică a materialului rece sau încălzit prin lovire sau comprimare. La forjarea manuală, *ciocanul de forjat manual* se utilizează, în special, ca sculă de lovire și se compune din (fig. C. 16): ciocanul propriu-zis la care se disting vîrful și talpa, coada ciocanului și pana de fixare. Ciocanele de greutate mai mare se numesc *baroase*. Ciocanele mai pot avea și alte forme, cum ar fi ciocanul cu talpă la ambele capete și fără vîrf. Se execută din oțel nealiat cu 0,6—0,7% C, călindu-se la talpă și la vîrf pentru realizarea unei durități Brinell $HB = 230—240$. La forjarea mecanică

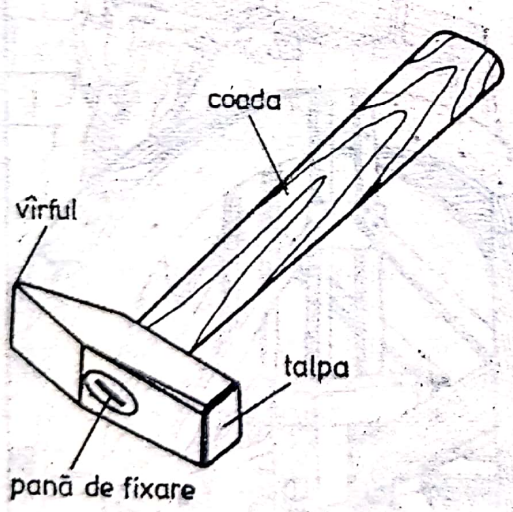



**Fig. C. 16.**

(fig. C. 17), forța de lovire se transmite unei greutăți mobile care se numește *berbec*. Partea inferioară a berbecului care vine în contact cu materialul supus forjării se numește *nicovală superioară* și poate fi înlocuită în caz de uzură. Cu cît berbecul este mai greu și înălțimea de cădere este mai mare cu atît este mai important efectul loviturii ciocanului. Sub berbec se află șabota pe care se montează *nicovala inferioară*, servind ca reazim pentru ma-

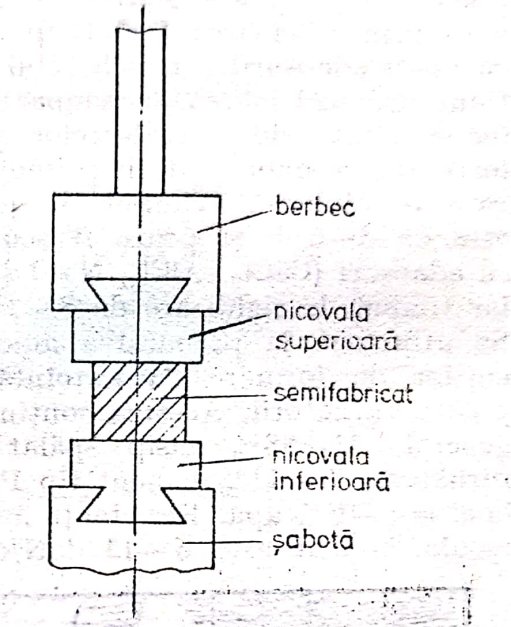



**Fig. C. 17.**

terial în timpul prelucrării. Nicovalele inferioară și superioară au alte forme constructive decît nicovala folosită la forjarea manuală. *Ciocanul de forjat mecanic* acționează asupra materialului prin lovituri repetate, într-o succesiune rapidă sau mai lentă, iar în unele cazuri permite și aplicarea de lovituri izolate. La forjare, numai o parte din energia loviturii produce deformarea materialului, restul se transmite șabotei sau suportului pe care stă nicovala (la forjarea manuală). Ca urmare, este necesară amplasarea ciocanului pe o fundație suficient de rezistentă, ca să suporte greutatea șabotei și să reziste la loviturile berbecului. Cele mai utilizate sînt:

**ciocan cu autocompresor,** ciocan de forjat, acționat cu aer comprimat produs de un compresor propriu.

Sînt foarte răspîndite, deoarece posedă o frecvență mare a loviturilor, independentă în funcționare față de centrala uzinei de alimentare cu aer sau cu abur și posibilități de reglare a intensității loviturilor. La partea superioară, **c. cu a.** este prevăzut cu un cilindru avînd în interior pistonul care acționează berbecul. Cilindrul ciocanului este legat prin două canale (inferior și superior) de cilindrul compresorului, amplasat în apropierea acestuia. Ciocanul este dotat cu un electromotor care transmite mișcarea de rotație unui arbore prevăzut cu bielă-manivelă. Acesta acționează mișcarea pistonului de la compresorul cu aer. La mișcarea ascendentă a pistonului compresor, aerul se comprimă în partea superioară apăsînd asupra pistonului care acționează berbecul, deplasîndu-l în jos și obținîndu-se astfel lovirea materialului. În același timp, aerul de sub pistonul de lucru este împins prin canalul inferior în partea inferioară a cilindrului compresor sub pistonul acestuia pe care îl ridică. La mișcarea descendentă a pistonului de la compresor circulația aerului are loc în sens invers, conducînd la ridicarea pistonului de lucru. Ciclul se repetă la fiecare cursă completă a mecanismului bielă-manivelă. Comanda ciocanului se face cu ajutorul unei manete sau cu o pedală de picior. **c. cu a.** permite executarea a cinci moduri de lucru: funcționare în gol, menținerea berbecului în poziție suspendată, aplicarea de lovituri automate sau individuale și presarea materialului. Datorită presiunii relativ reduse a aerului comprimat din cilindrul compresor, aceste ciocane se construiesc pentru apăsări mici și mijlocii (0,1—0,5 t). Se pot folosi și la matrițarea materialelor metalice.

**ciocan cu abur,** (fig. C. 18), ciocan de forjat folosit pentru forjarea liberă a materialelor metalice. Este acționat cu vapori de apă la o presiune de 7—8 at și constă dintr-un batiu care se sprijină pe o fundație rezistentă și care are la partea superioară montat un cilindru cu abur. În acesta se deplasează, ca la mașinile cu abur, un piston de tija căruia este fixat berbecul prevăzut cu nicovala superioară. După felul de acționare, pot fi cu acțiune simplă (aburul servește numai pentru ridicarea berbecului, mersul în gol avînd loc sub acțiunea greutății proprii a berbecului) și cu dublă acțiune (aburul ridică berbecul, iar la coborîre acționează asupra pistonului mărind forța de lovire). Aburul proaspăt din conducta principală, trecînd prin canalul interior al sertărașului ajunge sub piston pe care-l forțează să se ridice; la ridicare acesta trage întreaga parte mobilă a ciocanului. Concomitent cu ridicarea pistonului, sertărașul coboară, închizînd, mai întîi admisia jos și evacuarea sus; la sfîrșitul coborîrii, deschide evacuarea jos și admisia sus. Imediat după ce a ajuns la punctul mort superior, datorită greutății proprii și a presiunii pe care o exercită aburul la partea superioară, pistonul începe cursa de coborîre, iar sertărașul se ridică. La începutul ridicării sertărașului, rămîn deschise, pentru un timp limitat, admisia sus și evacuarea jos. După ce pistonul ajunge la punctul mort inferior iar sertărașul în punctul mort superior, ciclul se repetă. **c. cu a.** se execută cu greutatea berbecului de 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 și 5,0 t. Acestea pot funcționa și cu aer comprimat produs de la o stație de compresoare. Comanda ciocanului se face manual cu ajutorul unor pîrghii care acționează asupra robinetului de aducțiune a aburului proaspăt. Se folosesc și ciocane cu comandă automată sau mixtă.

Scanned with OKEN Scanner

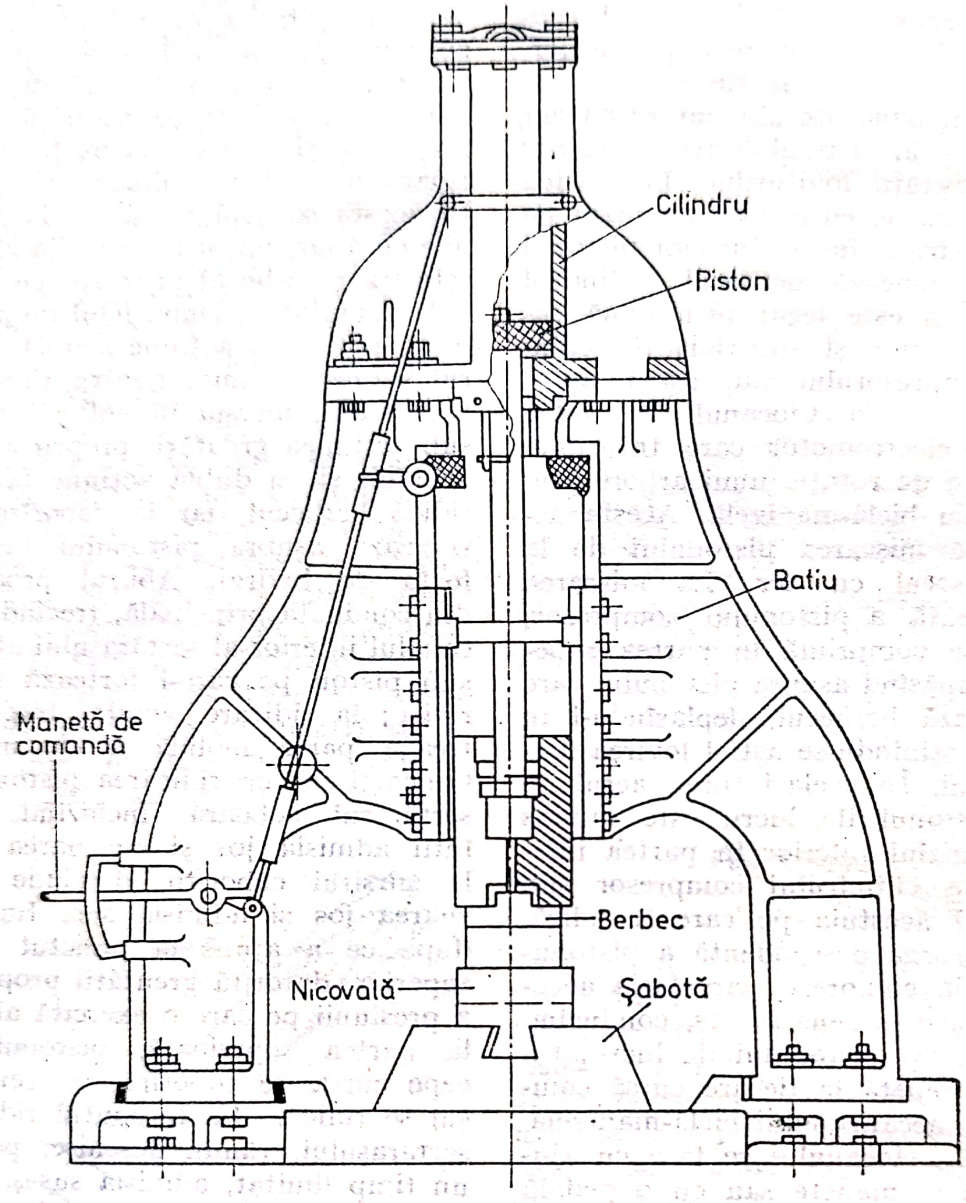



**Fig. C. 18.**

**ciocan Ajax,** ciocan de forjat acționat mecanic cu un arc montat într-un lagăr, la partea sa superioară. La una din extremitățile arcului este fixat berbecul, iar la cealaltă este legată, prin intermediul unei articulații, o bielă care este acționată de o roată de transmisie (fig. C. 19). Prin apăsarea unei pedale, roata de transmisie este pusă în mișcare cu ajutorul unui motor electric de acționare, astfel că mecanismul bielă-manivelă, produce oscilația arcului. La coborîrea bielei, berbecul se ridică, iar la ridicarea bielei are loc coborîrea berbecului, care lovește piesa de forjat. Forța loviturii și lungimea cursei se reglează cu ajutorul bielei. Arcul formează o masă vibratoare, care permite ciocanului să funcționeze foarte rapid, atingînd pînă la 300 lovituri/min. **c. A.** se construiesc

cu greutăți ale berbecului cuprinse între 30 și 250 kg. Sînt caracterizate prin simplitatea construcției și permit reglarea numărului și forței loviturilor destul de ușor. Se folosesc la forjarea pieselor mici, în special,

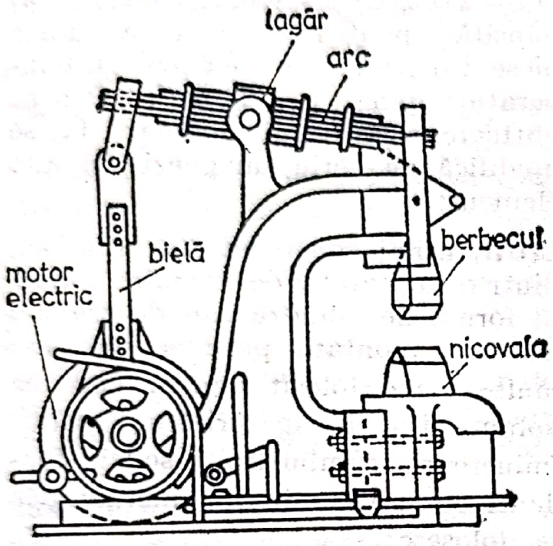



Fig. C. 19.

la lucrări de întindere. Dezavantajul lor constă în ruperea frecventă a foilor de arc din cauza trepidațiilor care se produc în momentul lovirii.

**ciocan Béché,** (fig. C. 20), ciocan fără șabotă acționat cu abur, folosit, în special, pentru forjarea în matrițe. Șabota este înlocuită cu un suport al nicovalei sau al matriței. Potrivit principiului de funcționare, ciocanul asigură deplasarea nicovalelor inferioară și superioară, una spre cealaltă, cu viteze și curse aproximativ egale. Datorită deplasării ambelor scule în direcția și sensul de întîlnire a uneia cu cealaltă, pierderile de lucru mecanic în recul și trepidațiile sînt mult mai mici decît la ciocanele cu șabotă. În momentul coborîrii berbecului, acesta prin intermediul unor benzi de oțel sprijinite de două role, antrenează nicovala sau semimatrița inferioară în sens contrar pînă la ciocnirea reciprocă. La ridicarea pistonului, cele două nicovale sau semimatrițe se depărtează, după care ciclul se repetă. Dezavantajul cel mai mare al **c. B.** constă în ruperea frecventă a benzilor de oțel care necesită oprirea ciocanului pentru înlocuirea acestora.

**ciocan Dynapak,** (fig. C. 21), ciocan fără șabotă acționat cu aer comprimat sau azot comprimat și ulei sub presiune folosit la forjarea în ma-

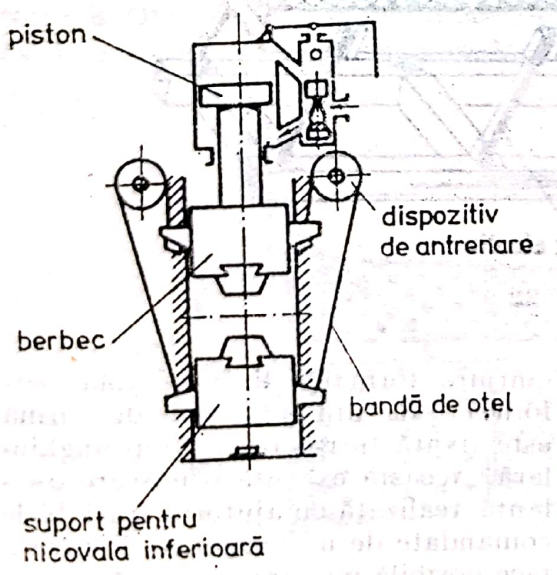



Fig. C. 20.

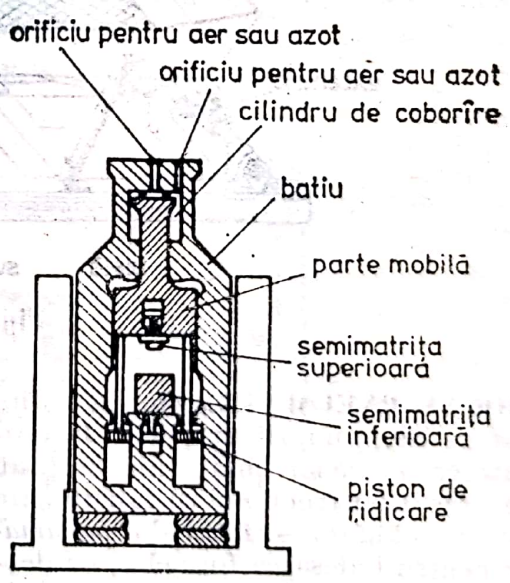



Fig. C. 21.

triță. Șabota este înlocuită cu un suport al nicovalei sau al matriței. Funcționarea ciocanului este astfel concepută încît pe măsură ce berbecul coboară are loc ridicarea nicovalei inferioare sau a semimatriței inferioare, pînă în momentul de impact cînd se produce deformarea materialului. Coborîrea berbecului și ridicarea semimatriței inferioare se face cu ajutorul aerului sau a azotului comprimat la cca 140 at. Revenirea berbecului în poziția inițială se face cu ajutorul unor tije, acționate de cilindri care funcționează pe bază de presiune de ulei. Cilindrii de ridicare se află montați în partea inferioară a ciocanului. Pentru deplasarea semimatriței inferioare se utilizează un piston sincronizat în acțiune cu pistonul care asigură coborîrea berbecului sau a semimatriței superioare. **c. D.** prezintă avantajul unui consum redus de aer sau azot, însă necesită cheltuieli mari de întreținere, în comparație cu ciocanele uzuale.

productivitatea 3—4 forme/h, consumul de aer 0,75 $m^3$/min, greutatea 6—8 daN și presiunea aerului 6 at.

**CIUGAL,** fontă cenușie refractară cu conținut mare de aluminiu (20—24% Al) și relativ mic de carbon (1,6—2,5% C) și siliciu (1,0—2,0% Si) folosită pentru executarea unor piese turnate, care lucrează la temperaturi pînă la 1100°C. Pentru obținerea grafitului nodular, **C.** se modifică cu ceriu, magneziu și alte elemente.

**CIUR,** utilaj constituit, în principal, dintr-o suprafață de ciuruire plană, în formă de cilindru sau de trunchi de con, montată pe una sau mai multe rame folosit pentru clasarea volumetrică a materialelor solide (minereuri, combustibili solizi, fondanți etc.). În industria metalurgică se folosesc:

**ciur oscilant,** (fig. C. 22), utilizat pentru ciuruirea materialelor cu granulația sub 100 mm. Suprafața sa de

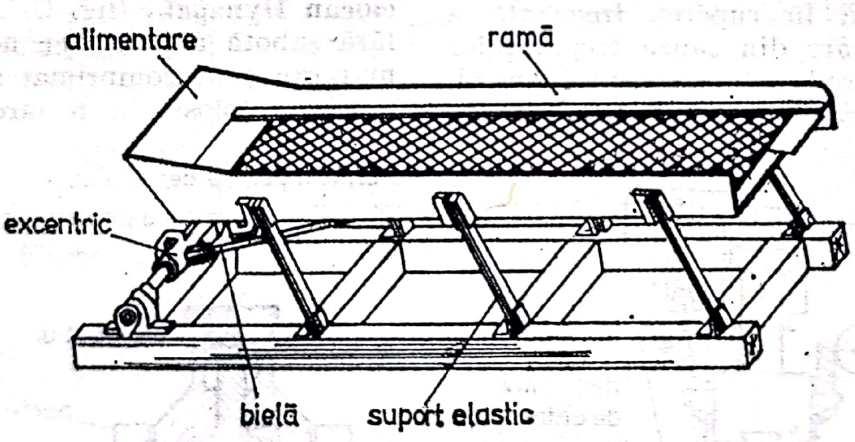



Fig. C. 22.

**CIOCAN PNEUMATIC,** ciocan acționat cu aer comprimat folosit la dezbaterea formelor mari, unicate sau de serie. Constructiv și ca funcționare este asemănător→*bătătorului pneumatic* pentru îndesarea formelor, cu deosebirea că se deplasează dalta de dezbatere și nu, bătătorul. Are pro-

ciuruire formată dintr-o tablă perforată sau din țesătură de sîrmă este fixată într-o ramă dreptunghiulară. Aceasta execută o mișcare oscilantă realizată cu ajutorul unei biele comandate de un excentric. Pentru a face posibilă mișcarea oscilantă, rama este sprijinită pe două-trei perechi

Scanned with OKEN Scanner

de picioare elastice, sau este suspendată pe una sau două perechi de tije metalice. Ciururile sprijinite pe picioare elastice au o poziție aproape orizontală, piciorul avînd o înclinare de cca 15°; cele suspendate cu ajutorul tijelor au o înclinare de 10—15° în sensul lungimii lor. Datorită mișcării oscilante, materialul este răspîndit în mod uniform pe toată suprafața de ciuruire, ușurîndu-se trecerea materialului mărunt prin ochiurile ciurului și înlesnindu-se mișcarea materialului mai mare spre capătul de evacuare. Aceste tipuri de ciururi se construiesc cu lungimi de 1,5—6 m și lățimi de 0,5—2 m. Numărul oscilațiilor este de 80—350 oscilații/min, iar amplitudinea lor de 20—30 mm. Mașina are o capacitate de prelucrare de 0,5—2 t/h · m² de ciur.

**ciur tambur,** (fig. C. 23), folosit, în special, pentru cernerea minereurilor de fier și a pietrișului, alcătuit în principal dintr-un ax orizontal și o manta tronconică, a cărei înclinare față de orizontală este de 4—5°. Mantaua, confecționată din tablă perforată sau, uneori, din țesătură de sîrmă este întinsă pe două-trei cercuri de oțel, fixate cu ajutorul a cîte 4—6 brațe metalice de axul ciurului. Punerea în funcțiune se face cu ajutorul roților cu curea sau cu ajutorul roților dințate. Prin rotirea ciurului, materialul introdus în interiorul tamburului este ridicat pe manta pînă la o înălțime care depinde de greutatea granulelor de minereu, de frecarea între granule și mantaua ciurului și de viteza cu care se rotește ciurul. În momentul în care forța datorită greutății materialului este mai mare decît forța produsă prin rotirea tamburului (forța centrifugă) și forța de frecare care caută să țină materialul pe mantaua tamburului, minereul cade în zigzag spre capătul de evacuare al ciurului. Pentru a obține prin ciuruire mai multe clase de materiale, mantaua ciurului poate să fie formată din mai multe ciururi, cu ochiuri din ce în ce mai mari (clasare prin trecere) sau ciurul se construiește din mai multe mantale concentrice, care se acoperă una pe alta (clasare prin refuz). Ciuruirea se poate face pe cale uscată sau umedă. Aceste ciururi se construiesc cu diametrul cuprins între 0,8—1,3 m, cu lungimea de 1,5—3,3 m și turația de 10—15 rot./min. În cazul ciuruirii umede, consumul de apă este de 80—100 l/min. Capacitatea de prelucrare a acestor ciururi este de 2—3 t/h·m² de ciur.

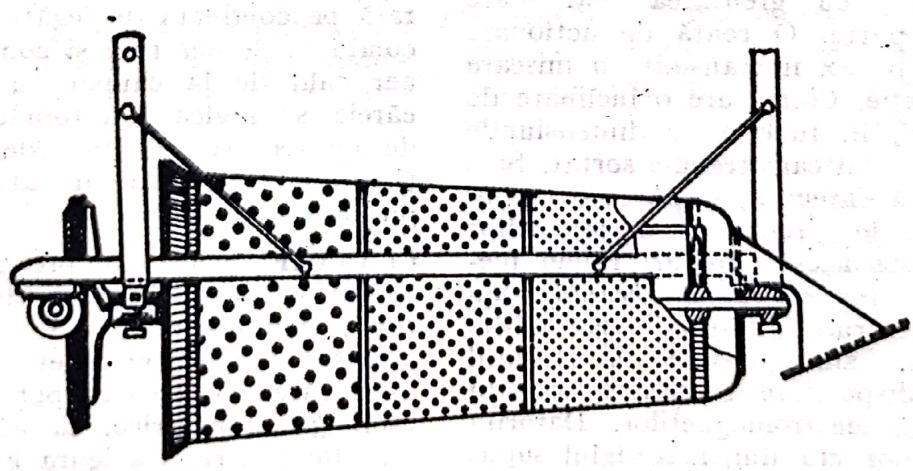


Fig. C. 23.

**ciur vibrant,** (fig. C. 24), folosit în special, pentru sortarea minereurilor cu granule de mărime mijlocie și mică (dimensiuni de 0,1—100 mm), este format dintr-o ramă metalică în care sînt fixate și bine întinse acestuia. Aceste ciururi prezintă cel mai perfecționat model de ciur, caracterizîndu-se printr-o înaltă frecvență a vibrațiilor (600—3000 vibrații/min) și o amplitudine de oscilație neînsemnată (1,5—2,5 mm). Ca-

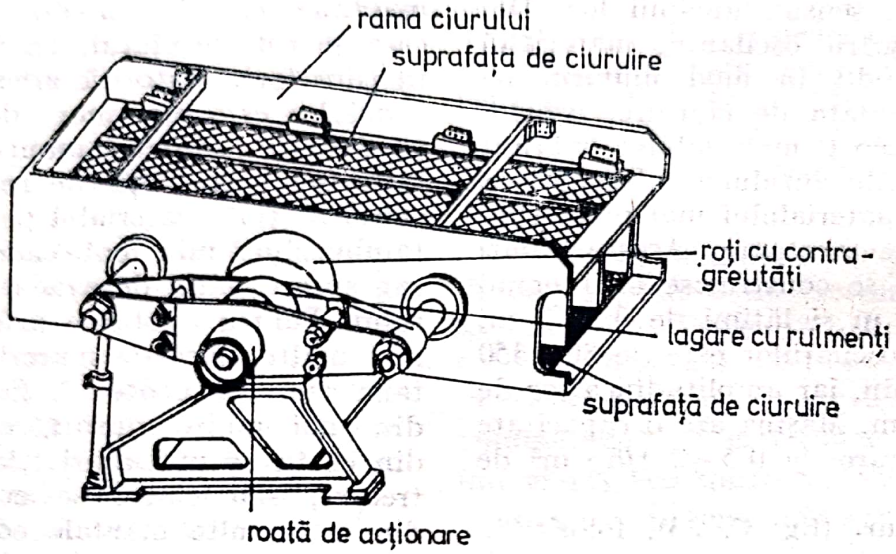



**Fig. C. 24.**

unul sau mai multe ciururi suprapuse. În mijlocul ciurului, perpendicular pe lungimea lui, pătrunde un ax care se sprijină pe două lagăre, fiind fixat pe cele două bare longitudinale ale ramei. Acest ax poartă în vecinătatea lagărului cîte o roată prevăzută cu cîte o contragreutate, cu greutatea mai mare într-o parte. O roată de acționare fixată pe ax îi transmite o mișcare de rotație. Ciurul are o înclinare de 15—40°, în funcție de dimensiunile materialului care trebuie sortat. Sînt de două categorii, după cum dispozitivul de producere a mișcărilor transmite aceste mișcări ramei metalice *(ciur cu rama vibrantă)* sau direct ciurului *(ciur cu rama fixă)*. Mișcările sînt produse cu ajutorul unor dispozitive mecanice sau cu ajutorul electromagneților. Datorită mișcărilor ciurului, materialul supus ciuruirii este săltat fără întrerupere pe ciur, trecînd astfel prin ochiurile pacitatea de prelucrare variază de la 2 la 8 t/h · m², în funcție de caracteristicile materialului și de tipul ciurului. **c. v.** pentru materialele fine și cu umiditate ridicată sînt de dimensiuni mari (15—40 m²) și se prevăd cu încălzire electrică.

**CLAPĂ DE AMESTEC,** clapă montată pe conducta de legătură dintre conducta de aer rece și conducta de aer cald de la cauper cu ajutorul căreia se reglează automat debitul de aer rece și cald, în vederea menținerii constante a temperaturii aerului suflat în furnal.

**CLASARE,** operație de preparare mecanică a materialelor solide (minereuri, combustibili solizi, fondanți amestecuri de formare etc.) cu ajutorul căreia acestea se pot sorta pe clase granulometrice. **C.** este necesară fie pentru a asigura granulația corespunzătoare procesului tehnologic, fie chiar numai pentru separa-

rea granulelor mai mici de cele de dimensiuni minime necesare pentru tipul de aparat de sfărîmare, asigurînd astfel folosirea judicioasă a capacității de sfărîmare și făcînd economie de energie. Separarea pe dimensiuni a granulelor din același material se poate face după volum (clasare volumetrică) sau după greutate (clasare gravimetrică).

**clasare gravimetrică,** operație de clasare a materialelor solide cu granulația sub 1 mm, după viteza limită de cădere a particulelor solide în apă sau aer. La început această cădere are loc cu o viteză uniform accelerată, dar din cauza rezistenței fluidului accelerația se micșorează treptat; după cîteva secunde sau fracțiuni de secundă accelerația devine nulă. Din acest moment, particulele continuă să cadă cu o viteză constantă, numită viteză limită de cădere care se exprimă cu relația:

$$v_1 = k \sqrt{\frac{d(\delta - \gamma)}{\gamma}},$$

unde: $k$ este un coeficient care depinde de forma particulei și variază de la 19,2 pentru particule plate la 51 pentru particule sferice; $d$, diametrul particulei; $\delta$ greutatea specifică a particulei și $\gamma$ greutatea specifică a fluidului. Particulele care deși au forme, densități și dimensiuni diferite, cad cu aceeași viteză limită se numesc *particule simptotice*. Condiția ce trebuie îndeplinită de cele două particule pentru a fi simptotice este dată de relația:

$$k_1 \sqrt{\frac{d_1(\delta_1 - \gamma)}{\gamma}} = k_2 \sqrt{\frac{d_2(\delta_2 - \gamma)}{\gamma}}.$$

Dacă corpurile au aceeași formă ($k_1 = k_2$) relația devine:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - \gamma}{\delta_1 - \gamma},$$

iar dacă corpurile au formă diferită ($k_1 \neq k_2$) relația va fi:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{k_2^2(\delta_2 - \gamma)}{k_1^2(\delta_1 - \gamma)}.$$

Raportul $q = \frac{d_1}{d_2}$ se numește coeficientul de simptoticitate. La *clasarea gravimetrică în curent de apă* $q = \frac{k_2^2(\delta_2 - 1)}{k_1^2(\delta_1 - 1)}$, iar la *clasarea gravimetrică în curent de aer* $q = \frac{k_2^2\,\delta_2}{k_1^2\,\delta_1}$.

Operația se realizează cu ajutorul unor aparate și mașini: → *clasor*, → *decantor*, → *hidrooscilator*, → *ciclon*.

**clasare volumetrică,** operație de clasare a materialelor solide de diferite dimensiuni, prin cernere pe grătare, ciururi sau site. Se obțin clase de material de aceeași mărime, numite clase granulometrice. *Clasa granulometrică* reprezintă cantitatea de material delimitată de mărimea ochiurilor a două aparate de ciuruire de același tip succesive, de ex.: a două ciuruiri; dimensiunea limită superioară a clasei este stabilită de ciurul cu ochiurile mai mari care lasă să treacă întregul material, iar dimensiunea limită inferioară a clasei este stabilită de ciurul imediat cu ochiuri mici care reține integral materialul clasei granulometrice respective. Clasele granulometrice se notează cu ajutorul dimensiunii ochiurilor a două ciururi succesive (de ex.: clasa $-25 + 20$ mm). Suprafața pe care are loc clasarea volumetrică se numește *suprafață de ciuruire*. Suprafața utilă de ciuruire, $S_u$, este raportul dintre suprafața liberă, $S_l$, adică suma suprafețelor tuturor ochiu-

rilor și suprafața totală a aparatului de cernere, $S_t$, și anume:

$$S_u = \frac{S_1}{S_t}.$$

Suprafața utilă de ciuruire depinde de mărimea ochiurilor aparatului de cernere, de forma ochiurilor (rotundă, pătrată uneori dreptunghiulară sau poligonală), de așezarea lor și de materialul din care este construit aparatul de cernere. Prin ciuruirea unui material pe o suprafață de ciuruire se obțin două produse denumite trecere și refuz. Trecerea este partea dintr-o cantitate de material solid care trece, de ex.: printr-un ciur cu dimensiunea ochiurilor determinată. Refuzul este partea dintr-o cantitate de material solid, reținută, de ex.: pe un ciur cu dimensiunea ochiurilor determinată. În industria metalurgică operația se realizează pe: →ciur, grătar fix și grătar mobil. *Grătarul fix* (fig. C. 25), este folosit pentru sortarea materialelor solide cu granule de dimensiuni mai mari de 100 mm. Este alcătuit din mai multe bare simple sau profilate din oțel, cu deschiderea între ele de 60—300 mm. Acestea sînt așezate pe alte bare transversale, de care sînt fixate. Cele două bare de pe marginile grătarului sînt mai înalte decît celelalte, pentru a împiedica alunecarea laterală a materialului. Forma barelor este diferită; de cele mai multe ori, ele au o secțiune trapezoidală care se subțiază către partea inferioară, pentru a se înlătura înțepenirea granulelor de material. Înclinarea grătarelor se alege între 25—40°. De obicei lungimea grătarelor este de 2,5—4 m, iar lățimea lor de 1,2—1,8 m. Capacitatea de prelucrare este de 40—75 t/h · m² de grătar. Aceste grătare se folosesc în multe cazuri deasupra silozurilor de minereuri, pentru a le proteja de granulele mari care prin cădere ar distruge pereții silozurilor. De asemenea, se folosesc înaintea concasoarelor de sfărîmare primară și la ciuruirea aglomeratului cald eliminat de pe banda de aglomerare. *Grătarul mobil* este folosit, în special, pentru cernerea căr-

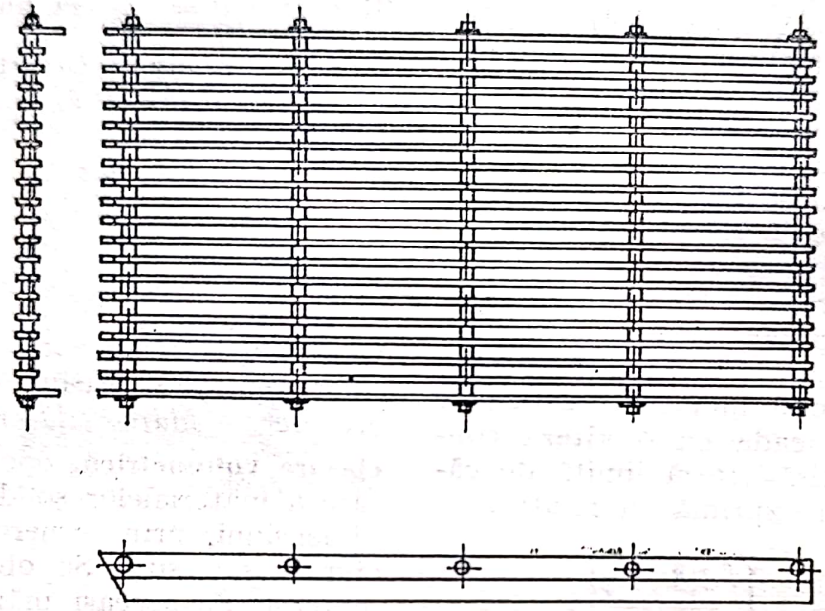


**Fig. C. 25.**

bunilor. Este format din două rînduri de vergele prinse la capetele lor prin cîte un lanț fără sfîrșit. Deschiderea ochiurilor poate varia de la 60—300 mm. Fiecare rînd de vergele se mișcă cu ajutorul acestor lanțuri pe cîte două perechi de roți dințate. Materialul mărunt trece printre vergelele grătarului și cade într-o cutie așezată sub grătar, în timp ce bucățile mari sînt deplasate odată cu vergelele pînă la capătul grătarului și cad într-o ladă specială. Aceste grătare se construiesc cu o lățime de 0,6—1,6 m și o lungime de 0,9—3,5 m. Viteza de deplasare a vergelelor este de 0,35—0,45 m/s, iar capacitatea de ciuruire este cuprinsă între 80—90 t/h · m² de grătar. Uneori se folosește grătarul format din două grupuri de vergele, dintre care unul este fix, iar celălalt mobil.

**CLASOR,** aparat, mașină sau utilaj folosit pentru clasarea materialelor solide. Pot fi:

**clasor hidraulic**, utilaj folosit pentru sortarea materialelor solide, în special, a minereurilor, în curent de apă. Cele mai utilizate sînt: clasorul hidraulic cu curent de apă ascendent, → *hidrociclonul*, → *labirintul*, → *căzile piramidale* și → *conusul*. *Clasorul hidraulic cu curent de apă ascendent*, utilaj format dintr-o cutie piramidală, deasupra căreia se află un grătar de lemn ale cărui bare sînt așezate perpendicular pe direcția curentului de tulbureală, la o distanță de 6—8 cm una de alta. Acest grătar întîrzie curentul de tulbureală în mișcarea lui și ușurează astfel căderea particulelor cu granulație mai mare prin deschiderile dintre bare. Printr-o conductă care străbate camera de evacuare a materialelor depuse, aflată la fundul aparatului se introduce un curent de apă ascendent în camera propriu-zisă a aparatului. Acestui curent i se adaugă un curent introdus lateral, care ajută la evacuarea materialului depus.

**clasor mecanic,** mașină folosită la clasarea gravimetrică a materialelor în curent de apă. Constă dintr-o cutie dreptunghiulară sau semicilindrică puțin înclinată, în care materialul este adus sub formă de suspensie în apă; materialul cu granulația mai mare depus pe fundul cutiei este evacuat la capătul ei ridicat, cu ajutorul unui dispozitiv mecanic. Materialul fin părăsește cutia sub formă de suprascurgere la capătul de jos al acesteia. După tipul constructiv al dispozitivului mecanic pot fi: cu greble sau cu lanțuri. *Clasorul cu greble* este alcătuit dintr-o cutie dreptunghiulară și înclinată cu fundul plan. Materialul sub formă de suspensie în apă este adus printr-o deschidere așezată într-unul din pereții laterali ai cutiei, în mod obișnuit cam la mijlocul jumătății inferioare a acesteia. Materialul cu granulația mai mare depus pe fundul cutiei este transportat de către un dispozitiv sub formă de greblă. Se construiesc cu una, două sau trei greble. *Clasorul cu lanțuri* este asemănător constructiv cu clasorul cu greble. Se deosebește totuși de acesta prin dispozitivul mecanic de transport al materialului depus care este format din două lanțuri fără sfîrșit, prevăzute cu lame pentru transportul materialului. Lanțurile sînt puse în mișcare cu ajutorul a două perechi de roți al căror diametru este ales în așa fel încît lagărele lor să nu se găsească în suspensia lichidă. *Clasorul cu spirală* constă dintr-o cutie semicilindrică prevăzută cu un dispozitiv mecanic de transportat format dintr-o spirală de oțel. Prin rotirea acestei spirale materialul depus pe fundul cutiei este ridicat către capătul de sus al cutiei și evacuat.

Scanned with OKEN Scanner

**CLEI DE TURNĂTORIE,** material auxiliar utilizat pentru lipirea părților din care se compune miezul, în cazul cînd procesul tehnologic o impune. **C. de T.** au drept componenți de bază dextrina sau leșie sulfitică. În tabelul 4 se prezintă cîteva exemple de compoziții. În țara noastră se utilizează **C. de T.** marca Viplast (pentru miezuri mici și mijlocii) și marca Danfix (pentru miezuri mari).

*Tabelul 4*

| Compoziția, în % de greutate | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grafit | Argilă | Făină de cuarț | Dextrină | Leșie sulfitică $\rho=1,28-1,3$ | Silicat de sodiu | Apă | Observații |
| 26,5 | — | — | 40 | — | — | 33,3 | Se prepară |
| — | 45 | — | — | 52 | — | 3 | prin |
| — | — | 70 | — | 30 | — | — | fierbere |

**CLOPOT DE IMERSIUNE,** dispozitiv pentru introducerea pînă la fundul oalei sau cuptorului cu metal lichid a fondanților, în vederea unor operații tehnologice (dezoxidare, degazare, modificare etc.). În fig. C. 26 se prezintă diferite tipuri de **C. de I.**

**COAJĂ,** defect în stratul superficial al produselor laminate, sub formă de porțiune cu întindere relativ mare și grosime de ordinul milimetrilor, de compoziție sau structură mai mult sau mai puțin diferită de restul produsului și uneori detașabilă. Sin. *Scoarță.*

**COBALT,** Co, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 27, masa atomică 58,933, valența II, III, IV. A fost descoperit (1735) de G. Brandt. Se găsește în natură numai sub formă de combinații (sulfuri, carbonați, oxizi). Metal de culoare cenușie, lucios, prezintă două forme alotropice: Co$\alpha$ și Co$\beta$. Co$\alpha$ cristalizează în sistemul hexagonal compact fiind stabil pînă la 420°C, iar Co $\beta$ cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și este stabil între 420 și 1492°C. Maleabil și ductil **C.** are densitatea 8,83 kg/dm$^3$, p.t. 1492°C, p.f. 3185°C, căldură masică (la 20°C) 45 J/kg·K, conductivitate termică (la 20°C) $0,691 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,08 $\Omega \cdot$ mm$^2$/m. Rezistența de rupere la tracțiune este de 50 daN/mm$^2$ și duritatea $HB = 132$. La temperatură obișnuită este stabil la acțiunea oxigenului din aer și a apei. Este atacat de principalii acizi anorganici (acidul clorhidric, acidul sulfuric, acidul azotic diluat). La cald reacționează cu halogenii, oxigenul, arsenul, sulful, fosforul. Se utilizează ca element de aliere la elaborarea unor oțeluri speciale și la producerea unor aliaje speciale (alnico), drept catalizator, la prepararea unor coloranți.

**COCHILĂ, FORMĂ METALICĂ.**

**COCS.** combustibil solid, artificial, obținut prin distilarea uscată a cărbunilor sau a unor reziduuri petroliere la temperaturi de 900—1100°C. Are o culoare neagră-argintie, la ciocănire dă sunet metalic și nu lasă urme pe hîrtie. Puterea sa calorifică este de 29 400—33 600 kJ/kg. În

metalurgie, se folosește la elaborarea fontei în furnal, retopirea fontei de turnătorie în cubilouri, producerea feroaliajelor, extragerea plumbului și a zincului etc. și trebuie să prezinte o bună reactivitate și rezistență mecanică superioară. *Reactivitatea cocsului* reprezintă proprietatea acestuia de a arde în prezența oxigenului din aer (oxireactivitate) și de a reacționa cu dioxidul de carbon (carbooxireactivitate) sau cu vaporii de

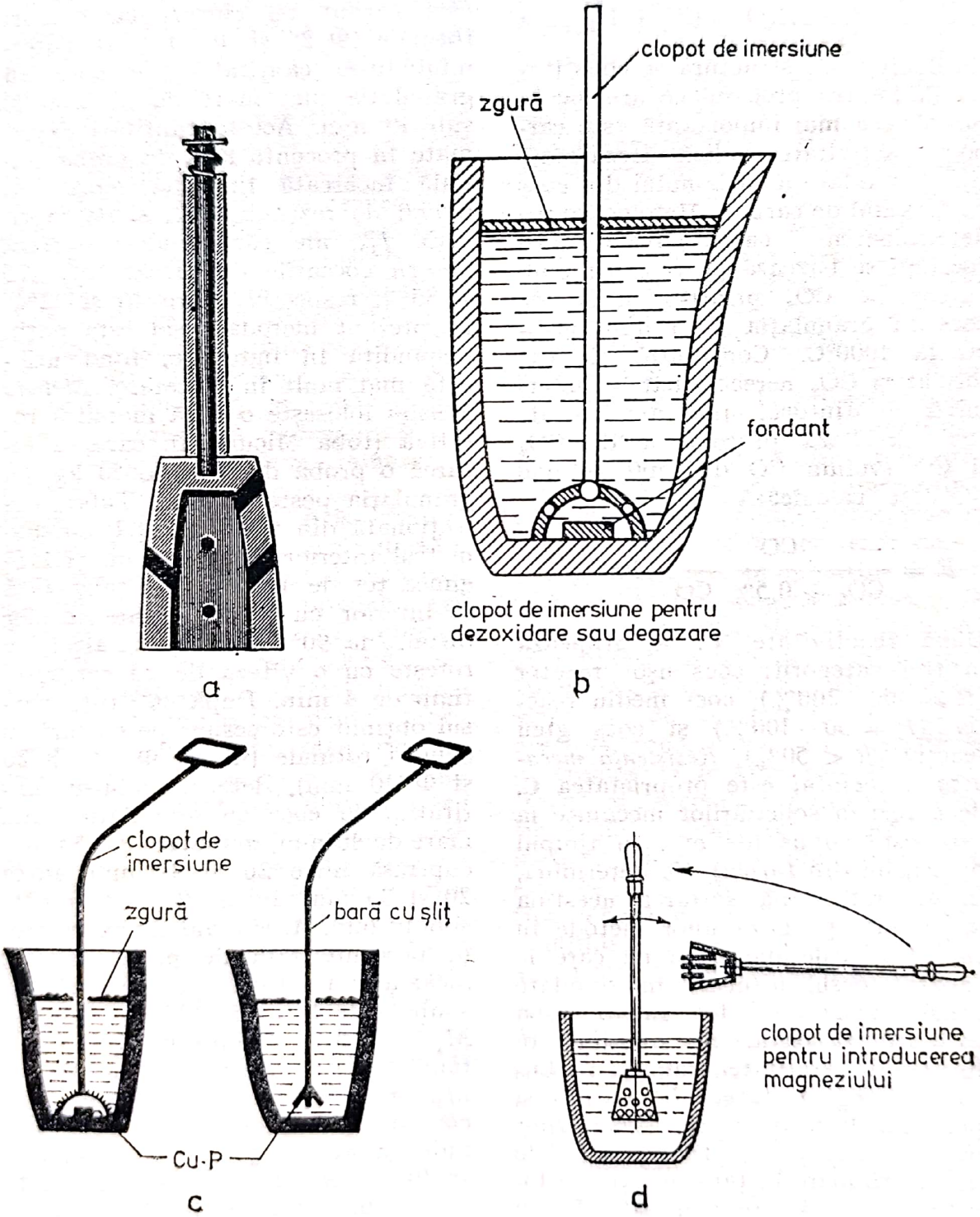



Fig. C. 26.

apă *(hidroreactivitate)* la temperaturi înalte conform reacțiilor:

$$C + O_2 = CO_2$$

$$C + CO_2 = 2CO$$

$$C + H_2O = CO + H_2$$

Ea depinde de structura și constituția **C.** Pentru procesul ce are loc în furnal, cea mai importantă este carbooxireactivitatea, adică viteza reacției de oxidare a carbonului din cocs cu dioxidul de carbon. Metoda pentru determinarea carbooxireactivității cocsului se bazează pe trecerea unui curent de $CO_2$ printr-o probă de cocs cu granulația 1—3 mm încălzit la 1000°C. Conținutul de CO format și $CO_2$ nereacționat se determină cu ajutorul unui analizor de gaz. Pe baza procentelor de $CO_2$ și CO (volum CO din 100 volume $CO_2$) se calculează

$$R = \frac{CO}{CO_2 + 0{,}5\%\ CO} \cdot 100[\%].$$

După reactivitate, **C.** se grupează în trei categorii: cocs ușor reactiv ($R = 100—200\%$), cocs mediu reactiv ($R = 50—100\%$) și cocs greu reactiv ($R < 50\%$). *Rezistența mecanică a cocsului* este proprietatea **C.** de a rezista solicitărilor mecanice la care este supus (de ex.: în timpul procesului din furnal). Se determină, în general, după sortarea acestuia la cocserie pe baza unor metode în care eforturile mecanice pe care le suportă cocsul în furnal sînt simulate prin rostogolirea lui într-o tobă metalică rotativă. Se exprimă în funcție de cantitatea rămasă în bucăți și de cantitatea de mărunt și praf rezultat în urma solicitărilor prin lovire și frecare. Dintre metodele de determinare în țara noastră se folosește în mod curent metoda Micum și, într-o măsură mai mică, metodele Irsid și Sundgren. *Metoda Irsid*, folosește o tobă metalică rotativă (tobă Micum), în care se încarcă o probă de cocs de 50 kg, cu granulația mai mare de 20 mm. Toba se rotește cu o viteză de 25 rot./min, timp de 20 min. După 500 rot., cocsul obținut este cernut pe ciururi cu ochiuri rotunde (Φ 20 și Φ 10 mm), determinîndu-se cantitățile de cocs cu granulația mai mare de 20 mm și sub 10 mm. Aceste cantități exprimate în procente față de proba inițială încărcată în tobă reprezintă indicii de rezistență $I_{20}$ și de fabricație $I_{10}$, ale căror valori variază pentru cocsurile de furnal între 75 și 83%, respectiv, între 16 și 22%. În prezent metoda Irsid este puțin răspîndită în industrie, fiind utilizată mai mult în cercetare. *Metoda Micum* folosește o tobă metalică rotativă (toba Micum) în care se încarcă o probă de cocs de 50 kg, cu granulația peste 40 mm. Toba confecționată din tablă de oțel, cu diametrul interior de 1000 mm și lungimea tot de 1000 mm și prevăzută la interior cu patru profile cornier dispuse la 90° unul față de altul, se rotește cu o viteză de 25 rot./min, timp de 4 min. După 100 rot., cocsul obținut este cernut pe ciururi cu ochiuri rotunde (Φ 40, Φ 30, Φ 20 și Φ 10 mm), determinîndu-se cantitățile de cocs cu granulația mai mare de 40 mm, mai mare de 30 mm cuprinsă între 20 și 40 mm, între 20 și 30 mm, între 10 și 20 mm și sub 10 mm. Aceste valori, exprimate în procente față de proba inițială încărcată în tobă, se notează cu simbolurile $M_{40}$, $M_{30}$, $M_{20-40}$, $M_{20-30}$, $M_{10-20}$ și $M_{10}$, numite indici de rezistență. Dintre aceștia indicii $M_{40}$ și $M_{10}$ sînt cei mai reprezentativi. Un cocs de furnal de calitate bună trebuie să aibă $M_{40} > 70\%$ și $M_{10} < 10\%$. *Metoda Sundgren* folosește o tobă metalică rotativă (toba Sundgren) cu diametrul interior de 2000 mm și lățimea de 800 mm,

formată din bare de fier rotund cu diametrul de 25 mm, lăsînd între ele deschideri de 25 mm. Toba încărcată cu 410 kg cocs cu granulație mai mare de 25 mm se rotește cu 10 rot./min, timp de 15 min. După 150 rot. cocsul rămas în tobă este cîntărit, iar cocsul mărunt, care a căzut din tobă, este cernut pe ciururi cu ochiuri pătrate de 25 și 10 mm. Rezistența Sundgren se exprimă prin cantitatea de cocs rămasă în tobă (kg), iar mărunțul (0—10 mm și 10—25 mm) dă indicații asupra friabilității cocsului. La furnalele mari (volum util peste 1700 m³) trebuie utilizat cocs a cărui rezistență să corespundă unei cantități rămase în toba Sundgren mai mare de 340—345 kg; la furnalele mijlocii (volum util de 1000—1400 m³), se poate utiliza cocs cu rezistența corespunzătoare unei cantități de cocs rămase în tobă de 325—330 kg.

După caracteristicile fizico-chimice și după întrebuințări **C.** se clasifică în: **cocs brichete,** cocs obținut prin cocsificarea cărbunilor în prealabil brichetați sau peletizați, în cuptoare speciale de cocsificare. Fabricarea **c. b.** urmărește, în special, lărgirea bazei de materii prime pentru fabricarea cocsului, prin înlocuirea în rețeta de cocsificare a cărbunilor cocsificabili (material deficitar) cu cărbuni în majoritate necocsificabili precum și producerea unui cocs cu granulație constantă necesar în principal procesului din furnal. În țara noastră **c.b.** se fabrică dintr-un amestec care conține componenți inerți din punctul de vedere al însușirilor plastice (huile neaglutinante și semicocs), precum și componenți cu însușiri de brichetare-cocsificare bune, care formează structura sa de rezistență (huila aglutinantă și liant). Ca liant se folosește smoala de cocserie. În urma experimentărilor efectuate se apreciază că **c. b.** va putea constitui în viitorul apropiat un înlocuitor parțial al cocsului metalurgic.

**cocs de fluidizare,** cocs obținut prin distilarea uscată a cărbunelui mărunt (cu granulație sub 5 mm) la temperaturi de 720—760°C, în cuptoare speciale de cocsificare în strat fluidizat *(cuptoare carbofluid cu grătar-arzător)*. Conține 5—8% materii volatile. Se folosește ca înlocuitor de cocs mărunt.

**cocs de petrol,** cocs obținut prin cracarea prelungită a reziduurilor grele de petrol (păcura). Se folosește la fabricarea cocsului metalurgic, electrozilor, periilor pentru motoare electrice, ca material izolator și drept combustibil. Puterea sa calorifică este de 31 500—33 600 kJ/kg.

**cocs mărunt,** cocs cu granulația de 0—3 mm rezultat la sortarea cocsului metalurgic, în special, a celui utilizat la furnale. Este utilizat în procesul de aglomerare a minereurilor.

**cocs metalurgic,** combustibil primar obținut prin cocsificarea unor amestecuri de huile la temperaturi de cca 900—1100°C în cuptoare clasice de cocsificare în combinatele metalurgice. Amestecul de huile se alcătuiește ținînd seama de proprietățile de aglutinare și de compoziția chimică a acestora, precum și de caracteristicile ce trebuie să le aibă produsul final (rezistență mecanică, porozitate, conținut de carbon fix, cenușă, sulf, materii volatile, granulație etc.). Un **c.m.** de bună calitate trebuie să conțină cenușă sub 12%, sulf sub 1,5%, umiditate sub 4%, materii volatile sub 1,5%. Înainte de a fi livrat consumatorilor **c. m.** este supus operației de clasare volumetrică. Pentru turnătorii se livrează fracția granulometrică +60 mm sau +80 mm, iar pentru furnal fracția granulometrică +25 mm sau +40 mm. Fracția granulometrică —25 sau —40 mm se supune în cocserie unei a doua ciuruiri, obținîndu-se clasele granulome-

Scanned with OKEN Scanner

trice 25—40 mm, 10—25 mm și 0—10 mm. Clasa 0—10 mm se trimite la fabrica de aglomerare a minereurilor, iar clasele granulometrice 10—25 mm sau 25—40 mm se livrează altor consumatori (cuptoare de feroaliaje, de var, de carbid, pentru forjă etc.). *Cocsul de turnătorie*, folosit la retopirea fontei în cubilou, trebuie să fie mult mai compact (porozitate de cel mult 45%) decît *cocsul de furnal* (porozitate de cca 50%, care să asigure trecerea gazelor prin încărcătură) și, de asemenea, i se impun condiții mult mai severe în ceea ce privește conținutul de cenușă, sulf și fosfor.

**COCSERIE,** unitate industrială, parte integrantă a unui combinat siderurgic, constituită dintr-un ansamblu complex de instalații necesare procesului de fabricare a cocsului metalurgic. O **C.** modernă (fig. C. 27) cuprinde secția de pregătire a amestecului de cocsificare și o secție de cuptoare de cocsificare. *Secția de pregătire a amestecului de cocsificare* este prevăzută cu silozuri de primire a cărbunilor, stația de măcinare, dozare și amestecare și turnul de distribuție a materialelor. Operațiile de pregătire sînt diferențiate după caracteristicile cărbunilor. *Cuptoarele de cocsificare* sînt constituite din baterii alcătuite dintr-un număr mare de camere de cocsificare (50—70) de formă aproximativ paralelipipedică între care sînt intercalate camerele de încălzire, unde se arde gaz de furnal, gaz de cocs sau gaz metan cu aer preîncălzit. O cameră de cocsificare are lățimea de 0,45 m, lungimea de 10—16 m și înălțimea de 3—6 m. Încărcarea amestecului de cocsificare în cuptoare se face fie pe deasupra, prin orificii special amenajate (încărcare în vrac), fie late-

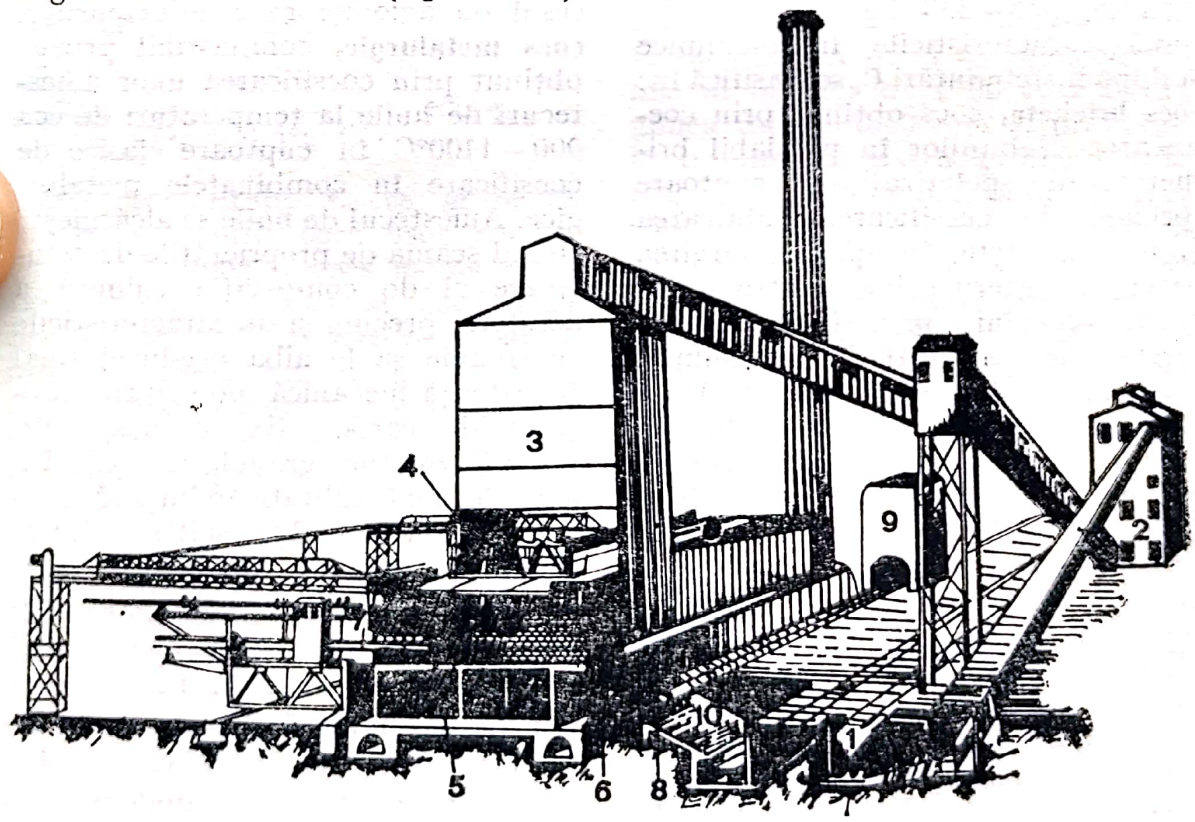



**Fig. C. 27.** Cocserie:
*1* — silozuri de primire a cărbunelui; *2* — stație de măcinare; *3* — turn de distribuție; *4* — vagon de încărcare; *5* — baterie de cocsificare; *6* — cocs; *7* — mașină pentru descărcarea cocsului; *8* — vagon de stingere; *9* — turn de stingere; *10* — rampă de descărcare; *11* — conductă colectoare pentru gazul de cocserie.

Scanned with OKEN Scanner

ral pe la unul din capete (încărcare ștampată); în cel de al doilea caz, înainte de încărcare, amestecul este comprimat prin bătătorire în mai multe straturi și transformat în masă monolit. În ambele cazuri evacuarea cocsului din cuptor se face lateral. Gazele rezultate din procesul de cocsificare, constituind materia primă pentru obținerea unor produse chimice, sînt captate într-o conductă plasată deasupra cuptoarelor de cocsificare.

**COCSIFICARE,** proces de fabricare a cocsului prin descompunerea pirogenetică a cărbunelui în absența aerului, la temperaturi de 900—1100°C. Ca materie primă se folosesc huilele aglutinante-cocsificabile care au proprietatea de a trece la încălzire, printr-o fază plastică, urmată de întărirea masei. Din procesul de **C.** rezultă cocs metalurgic, gudroane, ape amoniacale și gaze combustibile.

**COLEMANIT,** $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$, borat de calciu, cristalizat în sistemul monoclinic. Are duritatea 4—4,5 (scara Mohs) și densitatea 2,417 kg/dm³. Poate fi incolor sau colorat în alb, alb-gri sau galben. Conține 50,9% $B_2O_3$, 27,2% CaO, 21,9% $H_2O$. Unele analize mai pun în evidență și $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$, MgO și $SiO_2$. Se formează alături de gips și alte minerale de bor din lacuri sărate secate. Se mai depune din izvoare fierbinți. Se găsește în S.U.A. în zăcămintele de la Death Valley din California, în districtul San Bernardino și în Nevada. Minereurile cu **C.** sînt folosite la extragerea borului și la elaborarea aliajelor sale. Înainte de a fi folosite se usucă în cuptoare rotative la cca 700°C, pentru îndepărtarea apei de cristalizare.

**COLMATARE,** reducere a suprafețelor ochiurilor unui grătar, ciur sau sită datorită aderenței granulelor din materialul de cernere.

**COMBINAT METALURGIC,** întreprindere metalurgică de mare capacitate formată din mai multe secții și sectoare care își desfășoară activitatea în strînsă legătură unele cu altele și în cadrul cărora se realizează toate procesele tehnologice legate de producerea metalelor și aliajelor, pe baza unui flux continuu, bine stabilit. Un **C. M.** cuprinde sectorul de mine care furnizează materiile prime, sectoarele de preparare a materiilor prime, sectoarele de extracție și prelucrare a metalelor și aliajelor și depozite. În țara noastră minele și întreprinderile de preparare a materiilor prime nu sînt incluse în cadrul **C. M.** Combinatele în cadrul cărora se prelucrează minereurile feroase în vederea obținerii și prelucrării aliajelor Fe—C se numesc *combinate siderurgice*; în țara noastră, acestea includ depozite de materii prime, secția de aglomerare și peletizare, secția cocsochimică, sectoarele: furnale, oțelărie, forjă și laminoare.

**COMBUSTIBIL,** material, în general organic, natural sau artificial, solid, lichid sau gazos, care prin ardere dezvoltă căldură, fiind întrebuințat ca sursă de căldură. **C.** utilizați în metalurgie (cocsul metalurgic, păcura, gazul natural, gazul de cocserie, gazul de furnal, bigazul și, uneori, gazul de gazogen) au puterea calorifică mare și prezintă puritate în ceea ce privește elementele dăunătoare (S, As etc.). În funcție de rolul pe care îl au în cadrul unui proces metalurgic, pot fi: primari și auxiliari.

**combustibil auxiliar,** combustibil secundar folosit în procesele metalurgice, în special, în scopul micșorării consumului specific de combustibil primar. De ex.: la elaborarea fontei în furnal, gazul metan sau păcura reprezintă **c. a.,** înlocuitori ai cocsului, combustibil deficitar și scump.

**combustibil primar,** combustibil principal folosit în procesele metalurgice.

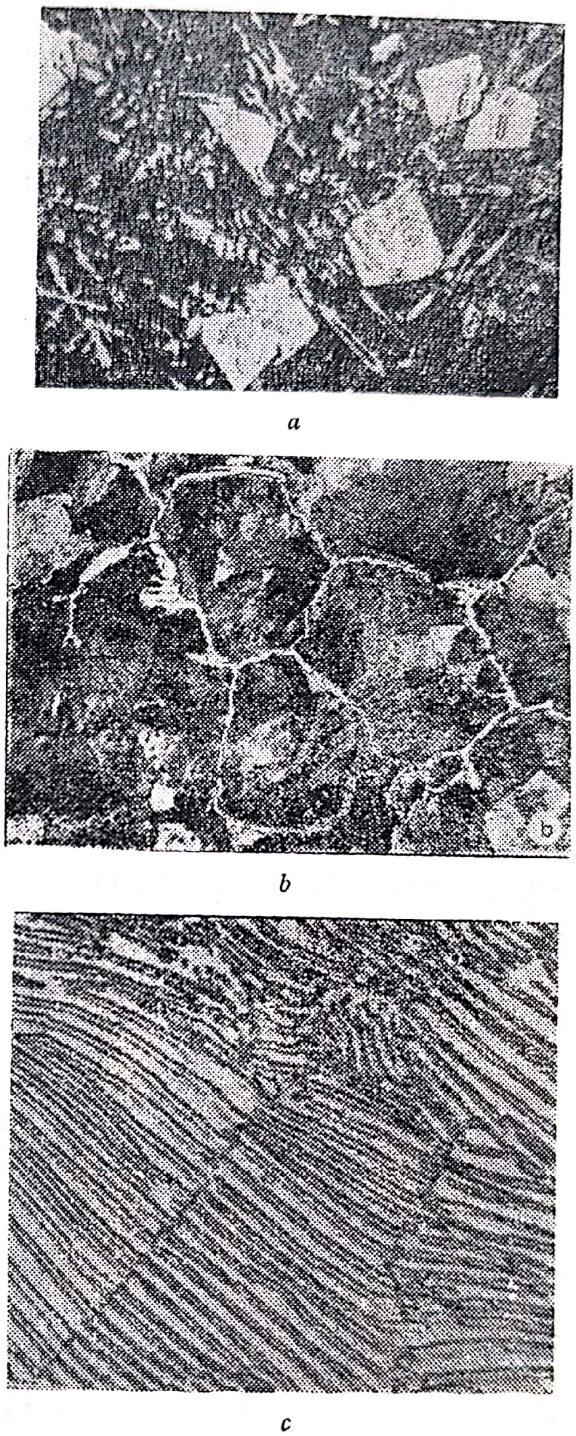
Scanned with OKEN Scanner

De ex.: cocsul reprezintă **c. p.** utilizat la elaborarea fontei în furnal.

**COMPONENT,** element care intră în compoziția unui aliaj. Un aliaj este compus din minimum doi componenți. Numărul de **C.** determină și denumirea aliajului; de ex.: aliaj binar (cu doi **C.**), aliaj ternar (cu trei **C.**) etc.

**COMPUS INTERMETALIC,** asociație de atomi similară cu a compușilor chimici (au compoziție definită, se topesc la temperaturi determinate) cu deosebirea că nu satisfac legea valenței. Se exprimă prin formulă simplă ($A_m B_n$), posedă rețele cristaline caracteristice, proprii, diferite de ale componenților și de cele mai multe ori complexe. Sînt caracterizați prin duritate și fragilitate mare, motiv pentru care trebuie obținuți în proporții reduse, pentru a imprima aliajului duritatea și rezistență la uzură, dar nu fragilitate. În cazul cînd apariția **C. I.** peste aceste proporții nu se poate evita trebuie obținut de forme cît mai fine pentru a influența mai puțin tenacitatea. La microscop apar, în general, de forme caracteristice: acicular, poliedric, lamelar sau în rețea (fig. C. 28).

**CONCASARE,** operație primară de sfărîmare a materialelor solide dure și semidure (minereuri, cărbuni, fondanți etc.), care se realizează cu ajutorul concasoarelor, în vederea asigurării granulației necesare procesului tehnologic de extracție sau aplicării unor operații de preparare ulterioară. În funcție de tipul concasoarelor, natura și dimensiunea materialului se clasifică în: concasare brută și concasare fină. Prin *concasare brută,* granulele materialului de dimensiuni cuprinse între 1500 și 300 mm sînt aduse la dimensiuni de 500—100 mm, iar prin *concasare fină* granulele de dimensiuni cuprinse între 500 și 100 mm sînt aduse la dimensiuni de 125—25 mm.



*a* *b* *c*

**Fig. C. 28.** Compuși intermetalici: *a* — acicular (ace de compus $Cu_3Sn$) și poliedric (poliedri de compus SbSn) într-un aliaj Sb—Sn—Cu; *b* — rețea de compus $Fe_3C$ în oțel hipereutectoid; *c* — lamelar (compus $Fe_3C$, în eutectoid perlită).

**CONCASOR,** mașină utilizată pentru sfărîmarea materialelor solide. După principiul de funcționare și după

forma pieselor care realizează sfărîmarea pot fi:

**concasor conic,** concasor constînd dintr-un con de sfărîmare de forma unei ciuperci, care se învîrteşte în interiorul unei mantale de formă conică, sfărîmarea avînd loc între con şi manta. Conul de sfărîmare este aşezat pe un reazem sferic situat în corpul maşinii şi are suprafaţa exterioară foarte înclinată. Suprafaţa interioară a mantalei fixe este înclinată spre exterior, secţiunea gurii de evacuare fiind astfel mărită. Conul de sfărîmare şi mantaua conică exterioară sînt blindate cu plăci sau inele care le protejează împotriva uzurii. Distanţa dintre aceste părţi poate fi reglată chiar în timpul funcţionării maşinii cu ajutorul unei piese prevăzută cu filet. Acest tip de concasoare au diametre măsurate la baza conului de 600—2 100 mm şi turaţia conului de sfărîmare de 400—600 rot./min. Realizînd un grad de sfărîmare mare (7—20) şi productivităţi de 10 pînă la 700 t/h, se utilizează, în special, la sfărîmarea secundară.

**concasor cu ciocane,** (fig. C. 29), concasor alcătuit dintr-o carcasă căptuşită cu plăci sau bare din oţel dur, în interiorul căreia se rotesc unul sau două rotoare aşezate orizontal. Pe axul fiecărui rotor sînt

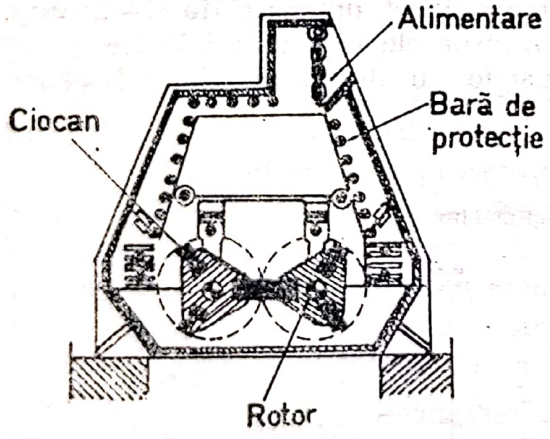



**Fig. C. 29.**

fixate discuri, pe care se articulează un anumit număr de ciocane confecţionate tot din oţel dur, sfărîmarea avînd loc prin izbirea materialului de către ciocanele în rotaţie. Au un grad de sfărîmare foarte mare, putînd fi alimentate cu bulgări aşa cum rezultă din exploatarea minieră; realizează un produs cu o granulaţie sub 20 mm, conţinînd foarte mult material sub 5 mm. Debitul acestor concasoare variază în funcţie de dimensiunile maşinii şi de numărul rotoarelor, de la 2 la 400 t/h, cu un consum de energie de 0,6—1,2 kWh/t.

**concasor cu discuri,** concasor în care sfărîmarea materialului are loc între două discuri concave aşezate faţă în faţă. Discurile se rotesc în sens invers şi în plane diferite. Alimentarea se face prin centrul unuia dintre discuri, materialul intrat între discuri fiind aruncat datorită forţei centrifuge către marginea acestora unde este sfărîmat prin presare. Aceste concasoare prelucrează materiale cu granulaţie de 40—160 mm, realizînd dimensiuni minime de 10—60 mm cu o productivitate de 8—20 t/h.

**concasor cu fălci,** (fig. C. 30), concasor în care sfărîmarea materialului are loc între două fălci metalice, striate sau canelate, dintre care una

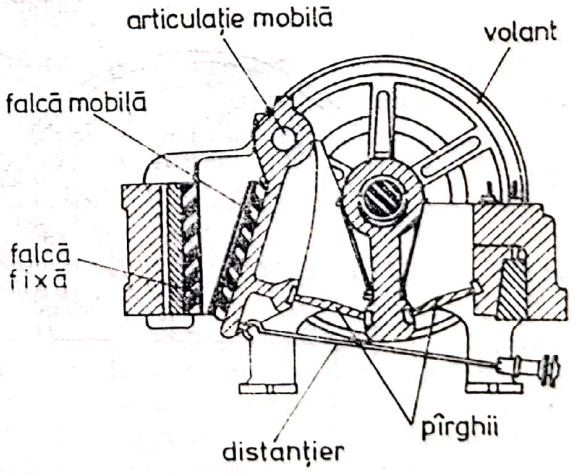



**Fig. C. 30.**

este fixă și are, în general, o poziție verticală, iar cealaltă este mobilă și înclinată față de prima cu un unghi de 17—25°. Fălcile sînt căptușite cu plăci de blindaj din oțel manganos, rezistente la uzură. Falca mobilă este acționată de un excentric, executînd o mișcare de îndepărtare și apropiere (cursa fălcii mobile fiind de 10—25 mm), în timpul căreia materialul ajuns între fălci este mărunțit. Aceste concasoare realizează un grad de sfărîmare de aproximativ 4—5, fiind larg utilizate pentru sfărîmarea primară a materialelor foarte dure. Mărimea lor este determinată de dimensiunile gurii de alimentare care pot varia de la 150 × 150 mm la 1500 × 2500 mm (debite de la 0,5 t/h pînă la 600—700 t/h). Turația arborelui este de 100—300 rot./min, turații mai mari utilizîndu-se, în special, la concasoarele mici. Se construiesc și concasoare care au axul de oscilație situat la partea inferioară a fălcii mobile. Această construcție prezintă avantajul unei sfărîmări uniforme, deschiderea gurii de evacuare rămînînd constantă în timpul funcționării. Are însă dezavantajul unei repartizări neuniforme a eforturilor pe suprafața fălcilor, ceea ce limitează dimensiunile lor și le fac mai puțin rezistente. Aceste concasoare se folosesc, în special, la sfărîmarea secundară. În ultimul timp s-au construit concasoare cu ambele fălci mobile; acestea execută un număr mare de oscilații intensificînd astfel operația de sfărîmare. **concasor cu valțuri,** (fig. C. 31), concasor alcătuit în principal din doi cilindri metalici, dispuși la o anumită distanță unul de altul, paralel și orizontal și care se învîrtesc în sensuri diferite în jurul axelor lor, efectuînd astfel zdrobirea materialului care, datorită frecării, este antrenat în spațiul liber dintre cilindri. Sfărîmarea se face prin presare și frecare. Distanța dintre cei doi cilindri se reglează la 50—75% din dimensiunile celor mai mari granule de material care se urmăresc a fi obținute. Cilindrii sînt îmbrăcați într-o manta din oțel dur, care în momentul uzurii poate fi schimbată cu ușurință. Suprafața mantalelor este netedă, atunci cînd materialul supus sfărîmării este dur, sau cu șanțuri atunci cînd materialul este moale (de ex.: cărbunii). **c. cu v.** nu pot prelucra materiale de dimensiuni mai mari de 60—100 mm, dimensiunile minime obținute prin sfărîmare fiind obișnuit de 1—2 mm. Concasoarele cele mai folosite în industrie au diametrul de 0,5—1 m,

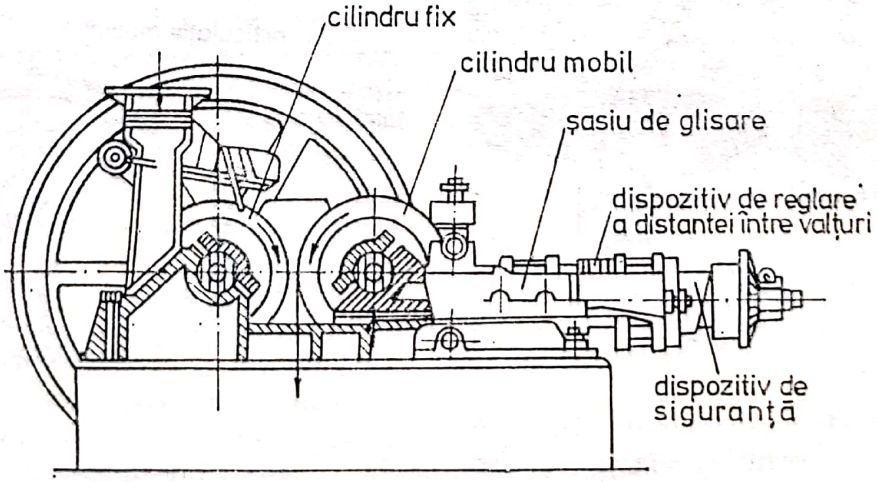



Fig. C. 31.

viteza de rotire a cilindrilor variind între 2,5 și 8 m/s, în funcție de dimensiunea materialului supus sfărîmării.

**concasor giratoriu,** concasor în care sfărîmarea se produce continuu, între o carcasă fixă de formă conică sau cilindrică și un con de sfărîmare montat cu vîrful în sus în interiorul carcasei. Suprafețele de sfărîmare se căptușesc cu blindaje de protecție din oțel manganos. Distanța măsurată la partea superioară între suprafața conului de sfărîmare și a carcasei variază de la 300 la 1500 mm, iar în partea inferioară unde se efectuează evacuarea materialului, de la 25 la 75 mm la concasoarele mici și pînă la 150 mm la concasoarele mari. Turația manșonului în care este montat excentric axul vertical cu conul de sfărîmare are valori cuprinse între 200 și 350 rot./min iar unghiul format de cele două suprafețe care produc sfărîmarea este de 18—23°. În funcție de dimensiunile mașinii și de gradul de sfărîmare debitul de sfărîmare al **c. g.** variază de la 10 la 800—1000 t/h. În general, valoarea lui crește cu turația. Gradul de sfărîmare al concasorului este de obicei 4—7.

**CONCENTRARE,** operație de preparare mecanică a minereurilor și cărbunilor, în scopul măririi procentului de substanță utilă în urma căreia se obține concentrat și gangă. Prin **C.** nu se poate obține o separare completă a sterilului de util, fapt care face ca fiecare operație de concentrare să fie caracterizată printr-o serie de indicatori și anume: extracția de concentrat, $E_c$, extracția de metal în concentrat, $E_{Me}$, extracția de mineral util în concentrat, $E_m$, gradul de îmbogățire al concentratului, $I_{Me}$, și randamentul tehnologic de concentrare, $\eta$. Extracția de concentrat, $E_c$, este dată de relația:

$$E_c = \frac{C}{M} \cdot 100 \ (\%),$$

în care $C$ reprezintă cantitatea de concentrat și $M$ cantitatea de minereu brut. Extracția de metal în concentrat $E_{Me}$, se calculează astfel:

$$E_{Me} = E_c \cdot \frac{Me_c}{Me_M} \ (\%)$$

în care $Me_c$ este conținutul de metal din concentrat și $Me_M$ conținutul de metal din minereul brut. Extracția de mineral util în concentrat, $E_m$, se obține din relația:

$$E_m = E_c \frac{c}{m} \cdot 100 \ (\%),$$

în care $c$ este procentul de mineral util în concentrat și $m$ procentul de mineral util în minereu. Gradul de îmbogățire al concentratului, $I_{Me}$, arată de cîte ori este mai mare conținutul $Me_c$ decît $Me_M$ și se calculează cu relația:

$$I_{Me} = \frac{Me_c}{Me_M} \cdot$$

Randamentul tehnologic de concentrare, $\eta$ se calculează cu relația:

$$\eta = \frac{E_m}{E_c} \cdot \frac{c - m}{100 - m} \cdot 100 \ (\%).$$

Metodele pentru separarea minereurilor și cărbunilor se bazează pe proprietățile diferite ale mineralelor (culoarea, luciul, forma, densitatea, conductibilitatea electrică etc.) din care sînt alcătuite și se clasifică în: concentrare manuală, concentrare gravimetrică, concentrare magnetică, concentrare electrostatică și → *flotație*.

**concentrare electrostatică,** metodă de concentrare a minereurilor bazată pe diferența de conductibilitate electrică a mineralelor ce intră în com-

Scanned with OKEN Scanner

poziția lor. Se desfășoară astfel: se lasă minereul să alunece pe o bandă metalică înclinată și netedă, încărcată cu electricitate, de ex.: electricitate de semn pozitiv. În timpul alunecării pe această placă, mineralele cu conductibilitate electrică mai mare se vor încărca cu electricitate de același fel, mult mai repede decît mineralele cu conductibilitate mai mică, și vor fi respinse cu o anumită forță de pe placă. Celelalte minerale electrizîndu-se mai încet vor fi respinse cu o forță mai mică. Dacă în continuarea primei plăci se așază o placă încărcată cu electricitate de semn contrar (negativ) mineralele încărcate cu electricitate de semn pozitiv și care sînt respinse mai puternic de prima placă, vor fi atrase de cea de a doua placă și vor aluneca, fiind colectate în cutii așezate în continuarea ei. Mineralele cu conductibilitate electrică mică vor fi respinse mai încet de prima placă și nu vor putea fi atrase de a doua placă, astfel încît vor cădea în spațiul dintre ele, unde vor putea fi colectate în alte cutii. La sfîrșitul operației de separare se obțin două concentrate de categoria I, două concentrate de categoria a II-a sau mixte și două produse sterile. **c. e.** are loc în separatoare electrostatice (fig. C. 32).

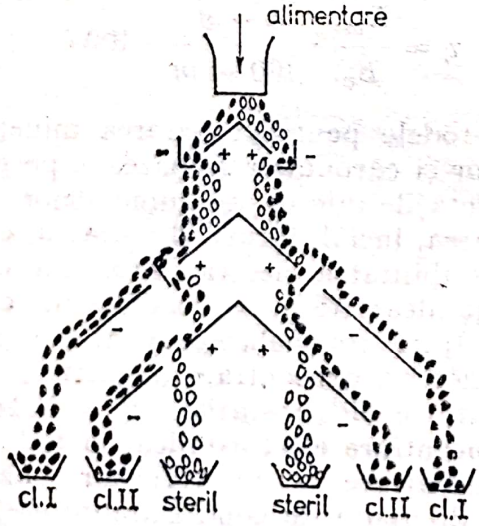



**Fig. C. 32.**

**concentrare gravimetrică,** metodă de separare a minereurilor și cărbunilor, care se bazează pe diferența de densitate dintre materialele utile și steril. Se poate realiza prin diverse procedee. *Concentrarea gravimetrică în aer*, realizează separarea pe cale uscată (separare pneumatică) a materialelor solide în curent ascendent de aer care antrenează granulele minerale a căror viteză limită de cădere este mai mică decît viteza curentului. Se aplică cu succes în cazul cărbunilor cu un conținut scăzut de umiditate, azbestului, grafitului și, în general, minereurilor în care substanța utilă are greutate specifică mică (minereurile de staniu). Pentru a obține o separare bună, trebuie ca materialul să fie în prealabil clasat în așa fel încît coeficientul scării sitelor să fie mai mic decît coeficientul de simptoticitate, $q$. De ex.: aplicînd formula: $q = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2}{\delta_1}$, pentru separarea în aer a unui cărbune ($\delta_1 = 1{,}5$) de șist ($\delta_2 = 2{,}5$) se obține următorul coeficient de simptoticitate $q = \frac{\delta_2}{\delta_1} = \frac{2{,}5}{1{,}5} = 1{,}67$. În cazul în care s-ar lua un coeficient al scării sitelor $q' = 1{,}5$ pentru clasarea prealabilă a unui material mai mic de 45 mm, se obțin următoarele clase granulometrice care ar putea fi supuse concentrării gravimetrice în curent ascendent de aer: 45—30 mm, 30—20 mm, 20—13,5 mm, 13,5—9 mm, 9—6 mm, 6—4 mm, 4—2,7 mm, 2,7—1,8 mm, 1,8—1,2 mm, 1,2—0,8 mm. Pentru realizarea operației se utilizează mașinile de zețaj pneumatice și mesele pneumatice de concentrare. *Concentrarea gravimetrică în curent ascendent*, se realizează în modul următor: materialul compus din două feluri de minerale se supune mai întîi unei clasări volumetrice mai strînsă decît cea indicată de coeficientul de simp-

toticitate; mineralele se separă apoi cu ajutorul unui curent de apă ascendent a cărui viteză trebuie să fie mai mică decît viteza limită de cădere a celor mai mici granule din mineralul mai greu, însă mai mare decît viteza limită de cădere a celor mai mari granule din mineralul mai ușor. Granulele mineralului cu greutate specifică mai mare se depun la fundul aparatului de unde sînt scoase cu ajutorul unor dispozitive mecanice (elevatoare etc.), în timp ce granulele materialului cu greutate specifică mică sînt antrenate de către curentul de apă. Această metodă se aplică numai în instalațiile de preparare a cărbunilor, cel mai cunoscut aparat care lucrează pe acest principiu fiind → *hidroseparatorul*. *Concentrarea gravimetrică în medii fluide dense* constă, în general, din producerea unui mediu fluid cu greutate specifică mare, la suprafața căruia se separă mineralele a căror greutate specifică este mai mică decît a mediului fluid, mineralele cu greutate specifică mai mare căzînd la fundul aparatului ce conține mediul fluid. Cu cît diferența dintre densitățile mineralelor ce se separă este mai mare cu atît separarea se face în condiții mai bune. Această operație are loc în lichide cu suspensii grele care constă din amestecuri de apă cu argilă, sulfat de bariu, nisip, magnetită, ferosiliciu, galenă etc. *Concentrarea gravimetrică pe jgheaburi* se bazează pe fenomenul de aluvionare: se lasă să curgă un curent de apă printr-un jgheab înclinat, în care se introduce amestecul de materiale care urmează a fi separate; materialele mai grele se depun mai repede și la fundul jgheabului, iar cele mai ușoare sînt antrenate mai departe și se depun deasupra celor grele. Această metodă se aplică, în special, cărbunilor și minereurilor aluminoase, de aur și staniu. Jgheaburile utilizate sînt de formă dreptunghiulară sau trapezoidală, avînd o înclinare de 3—6°, afară de capătul de alimentare unde înclinarea este de 10—25°, pentru a ușura antrenarea materialului. Lungimea jgheaburilor poate ajunge la 100—200 m, în funcție de materialul care se separă. Ele sînt construite din tablă de oțel, beton sau lemn. *Concentrarea gravimetrică pe mese de concentrare*, se aplică în cazul materialelor fine (minereuri), în general cu granulația mai mică de 1—2 mm. Materialul, înainte de a fi supus concentrării pe mese, este clasat gravimetric în curent de apă. Separarea pe mese de concentrare se face cu atît mai bine cu cît între diametrele granulelor minerale supuse separării este o diferență mai mare, cu condiția ca granulele cu greutatea specifică mai mare să aibă un diametru mai mic.

**concentrare magnetică,** operație de separare a minereurilor feroase, bazată pe diferența dintre permeabilitățile magnetice ale diferitelor minerale. Introducînd în cîmpul magnetic un amestec de minerale cu diferite permeabilități magnetice, prin reglarea corespunzătoare a forței cîmpului magnetic se poate realiza atragerea mineralelor cu permeabilitate magnetică mai mare (minerale paramagnetice) spre polii magnetici. Mineralele cu permeabilitate magnetică mică (diamagnetice) nu pot învinge forțele ce se opun forței de atracție și rămîn neatrase în cîmpul magnetic sau continuă să se miște pe traiectoria lor. Granulele magnetice atrase sînt scoase din sfera de acțiune a cîmpului magnetic și se dirijează pe un drum diferit de drumul de mișcare a granulelor nemagnetice sau slab magnetice. Reglarea forței cîmpului magnetic se poate realiza prin forma și modul de amplasare a polilor magnetici. Polii către care va fi atras materialul (poli colectori), vor avea o formă ascuțită, în timp ce polii opuși vor avea o formă plană.

Scanned with OKEN Scanner

În felul acesta forța cîmpului magnetic crește dinspre polii de formă plană spre cei de formă ascuțită și materialul va fi atras în spre partea în care forța cîmpului magnetic crește, adică spre polii de formă ascuțită. Polii electromagnetului se așază la o distanță cît mai apropiată unul de celălalt. Materialul supus **c. m.** se sfărîmă și se clasează volumetric. În funcție de permeabilitatea magnetică a minereurilor, metodele de **c. m.** se clasifică în: *concentrare magnetică în cîmp slab* (900—4000 Oe) aplicată minereurilor puternic magnetice și *concentrare magnetică în cîmp puternic* (4000—15000 Oe) aplicată minereurilor slab magnetice, iar în funcție de mediul în care are loc în: concentrare magnetică uscată și concentrare magnetică umedă. *Concentrarea magnetică uscată* se folosește, în special, pentru clasele granulometrice mari de minereuri puternic magnetice. *Concentrarea magnetică umedă* se aplică, în special, materialului în care substanța utilă este de dimensiuni foarte mici, are o permeabilitate magnetică destul de mare și provine din operația de concentrare gravimetrică pe cale umedă. Operația se realizează în separatori electromagnetici.

**concentrare manuală,** metodă de separare a minereurilor, bazată pe diferența între culorile și luciul mineralelor. Se aplică atunci cînd în minereul brut, așa cum este scos din mină, substanța utilă se găsește în dimensiuni ceva mai mari. Eficacitatea acestei metode depinde numai de îndemînarea și spiritul de observație ale lucrătorului. Se clasifică în: concentrare manuală cu spargere și concentrare manuală simplă. *Concentrarea manuală cu spargere* este operația prin care bucățile mai mari de minereu sînt sparte cu ajutorul ciocanelor după care urmează alegerea părților mai curate, formate din substanțe utile. Această operație se aplică materialului cu granulația mai mare de 50 mm. *Concentrarea manuală simplă* este operația de separare a utilului de steril la materialele cu granulația cuprinsă de cele mai multe ori între 20—30 mm. Această operație se face pe mese și pe benzi. Mesele rotative au diametre pînă la 8 m și sînt construite astfel încît lucrătorii să se poată așeza pe toată marginea mesei, atît în afara cît și înăuntrul ei. Viteza de rotație variază între 0,15—0,30 m/s. Benzile care se deplasează cu o viteză de 10—12 m/min se folosesc atunci cînd se face atît separarea cît și transportul materialului.

**CONCENTRAT,** produs îmbogățit suficient în substanțe utile pentru a putea fi supus operațiilor ulterioare de extragere a metalelor. Se obține prin concentrare.

**CONDUCTĂ INELARĂ,** denumire atribuită, în special, conductei prin intermediul căreia aerul cald de la preîncălzitoarele de aer (caupere) este adus la gurile de vînt ale furnalului. Este așezată în jurul furnalului la o înălțime de 2,5—3 m deasupra gurilor de vînt, fiind suspendată printr-un dispozitiv special de stîlpii furnalului. Se execută din tablă de oțel de 10—12 mm grosime, sudată sau nituită și este căptușită în interior cu 2—3 rînduri de cărămizi de șamotă. Diametrul interior al conductei după înzidire este de cca 800—1500 mm, în funcție de mărimea furnalului.

**CONDUCTĂ PANTALON,** conductă prin intermediul căreia gazul evacuat din furnal se introduce în sacul de praf, pentru a fi supus operației de epurare.

**CONFIGURAȚIE NECORESPUNZĂTOARE,** defect la piesele turnate, constînd în faptul că acestea nu corespund desenului, fie în ansamblu, fie în unele porțiuni, datorită mode-

lului necorespunzător sau montării greșite a modelului.

**CON SEGER,** corp de forma unei piramide sau a unui trunchi de piramidă triunghiulară, avînd înălțimea de 60 mm și latura bazei de 18 mm și care posedă o temperatură de topire bine determinată. Se obține dintr-un amestec, în anumite proporții de caolin, carbonat de sodiu și oxid de fier. În funcție de proporția dintre componenți se confecționează o gamă largă de conuri care se topesc la diverse temperaturi bine precizate. Conurile sînt prevăzute cu numere de ordine, temperatura fiind exprimată prin inițialele SC urmate de o cifră care reprezintă numărul de ordine al conului respectiv. La atingerea unei anumite temperaturi, vîrful conului se încovoaie pînă atinge vatra pe care este așezat. Temperatura din cuptor este corespunzătoare numărului de ordine al acestui con. Măsurarea (fig. C. 33) se face în așa fel încît să existe trei

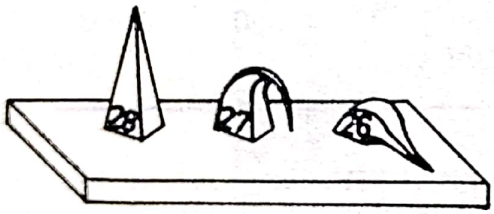


Fig. C. 33.

conuri în permanență la temperatura materialului măsurat. Cu ajutorul **C. S.** se poate controla un domeniu de temperaturi cuprins între 600 și 2000°C. Conurile cu numere de ordine mici au o structură sticloasă (după topire), iar cele cu numere de ordine mari prezintă o structură argiloasă. Se folosesc pentru măsurarea temperaturii la fabricile de cărămidă, în întreprinderile siderurgice, de emailuri etc. Prin acest sistem de măsurare, temperatura mai poate fi exprimată și cu ajutorul indicatorului piroscop (I.P.) urmat de numărul care reprezintă a zecea parte a temperaturii de înmuiere a materialului etalon. Punctele de topire ale **C. S.** și corespondența lor cu indicatorul piroscopic sînt prezentate în tabelul 5.

**CONSTANTAN,** aliaj de cupru și nichel (58% Cu și 42% Ni). Este ductil, se poate trefila, suda și lipi. Are rezistivitatea de cca $50\,\Omega \cdot mm^2/m$. Se utilizează la confecționarea rezistențelor electrice.

**CONSTANTĂ DE ECHILIBRU,** $K$, mărime a raportului dintre produsul concentrațiilor substanțelor care rezultă din reacție și produsul concentrațiilor substanțelor care intră în reacție, ridicate la o putere egală cu numărul de moli din fiecare substanță, pentru o reacție chimică în stare de echilibru. Pentru o reacție chimică la echilibru exprimată $nA + mB \rightleftarrows pC + rD$, **C. de E.** rezultă din raportul: $K = \frac{[C]^p[D]^r}{[A]^n[B]^m}$. Valoarea sa numerică nu depinde de concentrația substanțelor reactante, dar este influențată de temperatură. Pentru reacțiile în fază gazoasă, poate fi calculată în funcție de presiunile parțiale ale reactanților.

**CONSTITUENT METALOGRAFIC,** aspect specific, la microscop, de structură a aliajelor, reprezentînd fie fază unică, fie asociații determinate ale lor. Se cunosc patru tipuri de **C. M.** (fig. C. 34, *a*): metal pur, soluție solidă, compus și amestec mecanic (eutectic). În fig. C. 34, *b* se prezintă o structură microscopică complexă de fontă cenușie cu grafit nodular ferito-perlitică, la care se disting trei aspecte caracteristice: nodule negre de grafit (constituent, element pur), inele albe de ferită (constituent, soluție solidă) și porțiuni cu aspecte de lamele subțiri



Scanned with OKEN Scanner

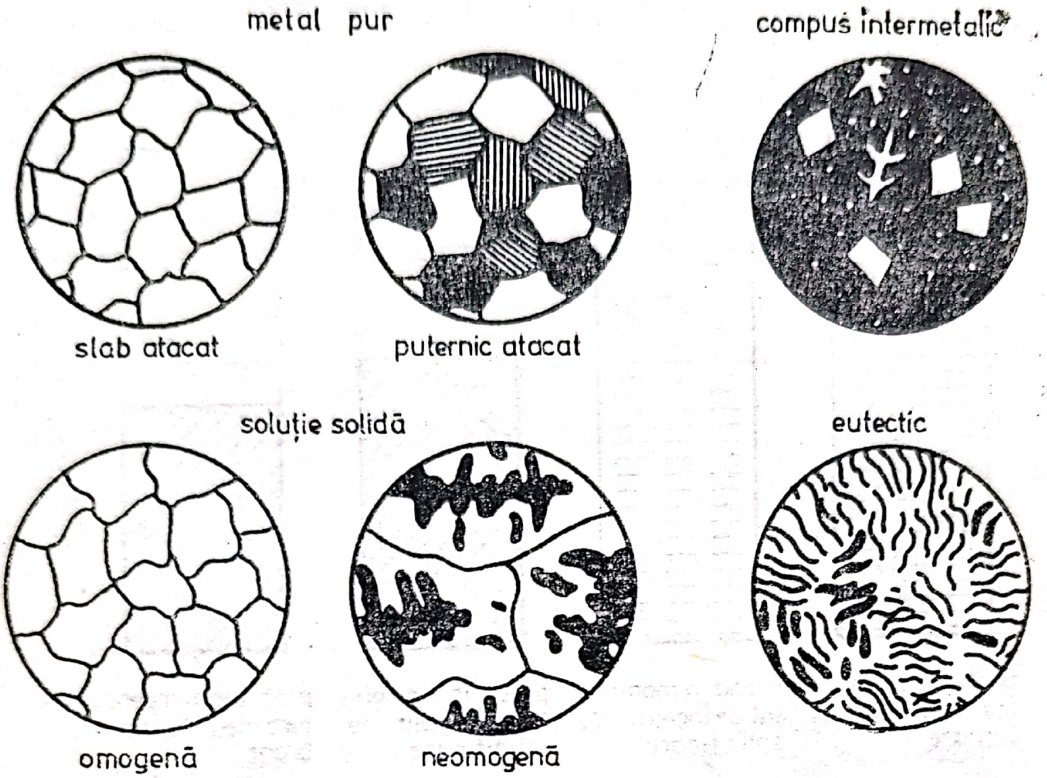
*Tabelul 5*

| Con-Seger (SC) | Indicator piroscopic (I.P.) | Temperatura de înmuiere (°C) | Con Seger (SC) | Indicator piroscopic (I.P.) | Temperatura de înmuiere (°C) | Con Seger (SC) | Indicator piroscopic (I.P.) | Temperatura de înmuiere (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 022 | 60 | 600 | 02a | 106 | 1060 | 19 | 152 | 1520 |
| 021 | 65 | 650 | 01a | 108 | 1080 | 20 | 153 | 1530 |
| 020 | 67 | 670 | 1a | 110 | 1100 | 26 | 158 | 1580 |
| 019 | 69 | 690 | 2a | 112 | 1120 | 27 | 161 | 1610 |
| 018 | 71 | 710 | 3a | 114 | 1140 | 28 | 163 | 1630 |
| 017 | 73 | 730 | 4a | 116 | 1160 | 29 | 165 | 1650 |
| 016 | 75 | 750 | 5a | 118 | 1180 | 30 | 167 | 1670 |
| 015a | 79 | 790 | 6a | 120 | 1200 | 31 | 169 | 1690 |
| 014a | 81 | 815 | 7 | 123 | 1230 | 32 | 171 | 1710 |
| 013a | 83 | 835 | 8 | 125 | 1250 | 33 | 173 | 1730 |
| 012a | 85 | 855 | 9 | 128 | 1280 | 34 | 175 | 1750 |
| 011a | 88 | 880 | 10 | 130 | 1300 | 35 | 177 | 1770 |
| 010a | 90 | 900 | 11 | 132 | 1320 | 36 | 179 | 1790 |
| 09a | 92 | 920 | 12 | 135 | 1350 | 37 | 182 | 1820 |
| 08a | 94 | 940 | 13 | 138 | 1380 | 38 | 185 | 1850 |
| 07a | 96 | 960 | 14 | 141 | 1410 | 39 | 188 | 1880 |
| 06a | 98 | 980 | 15 | 143 | 1435 | 40 | 192 | 1920 |
| 05a | 100 | 1000 | 16 | 146 | 1460 | 41 | 196 | 1960 |
| 04a | 102 | 1020 | 17 | 148 | 1480 | 42 | 200 | 2000 |
| 03a | 104 | 1040 | 18 | 150 | 1500 | | | |

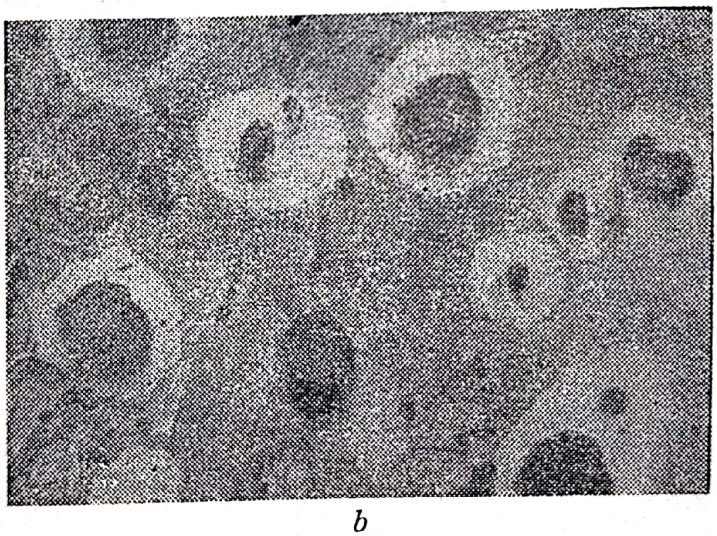
negre, ferită, și albe, cementită, (constituent, amestec mecanic).

**CONSTRUCTAL,** aliaj de aluminiu, zinc și magneziu cu rezistență mecanică ridicată. Conține: 4—5% Zn, 2—3% Mg, 0,6—0,8% Mn și rest % Al. Posedă o rezistență de rupere la tracțiune de cca 55 daN/mm², limita de curgere 45 daN/mm² și alungirea 10%. Se utilizează în locul oțelurilor în construcțiile sudate supuse la solicitări mari. Pe lîngă sudabilitate și rezistență de rupere la tracțiune mai posedă o bună plasticitate și rezistență la coroziune. Este folosit în industria aerospațială, la construcția mijloacelor de transport auto etc.

**CONTRACȚIE,** micșorare a dimensiunilor volumice și liniare la trecerea materialelor metalice din stare lichidă în stare solidă și în timpul răcirii. Se produce în stare lichidă, în timpul solidificării și în stare solidă (fig. C. 35) și determină micșorarea dimensiunilor, apariția golurilor (retasuri și porozități) și a tensiunilor (determină deformări și crăpături). Poate fi liberă (nu i se opune nici un factor) sau frînată (i se opune cel puțin un factor). *Contracția liberă* se produce la piesele de configurație simplă. La piesele turnate *contracția frînată* se datorește formei, miezurilor sau ramelor de formare (frînare mecanică a **C.**), configurației con-




a



b

**Fig. C. 34.**

structive neuniforme a pieselor ce determină diverse temperaturi în diferite secțiuni (frînare termică a **C.**) sau unor cauze asociate termice și mecanice (frînare asociată a **C.**). În tabelul 6 se prezintă valorile **C.** unor materiale metalice. **C.** se determină cu relația $c = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100$ (%), în care $l_1$ reprezintă distanța între două repere ale unui model cu dimensiunile indicate în fig. C. 36 și $l_2$ între aceleași repere după solidificarea ma-

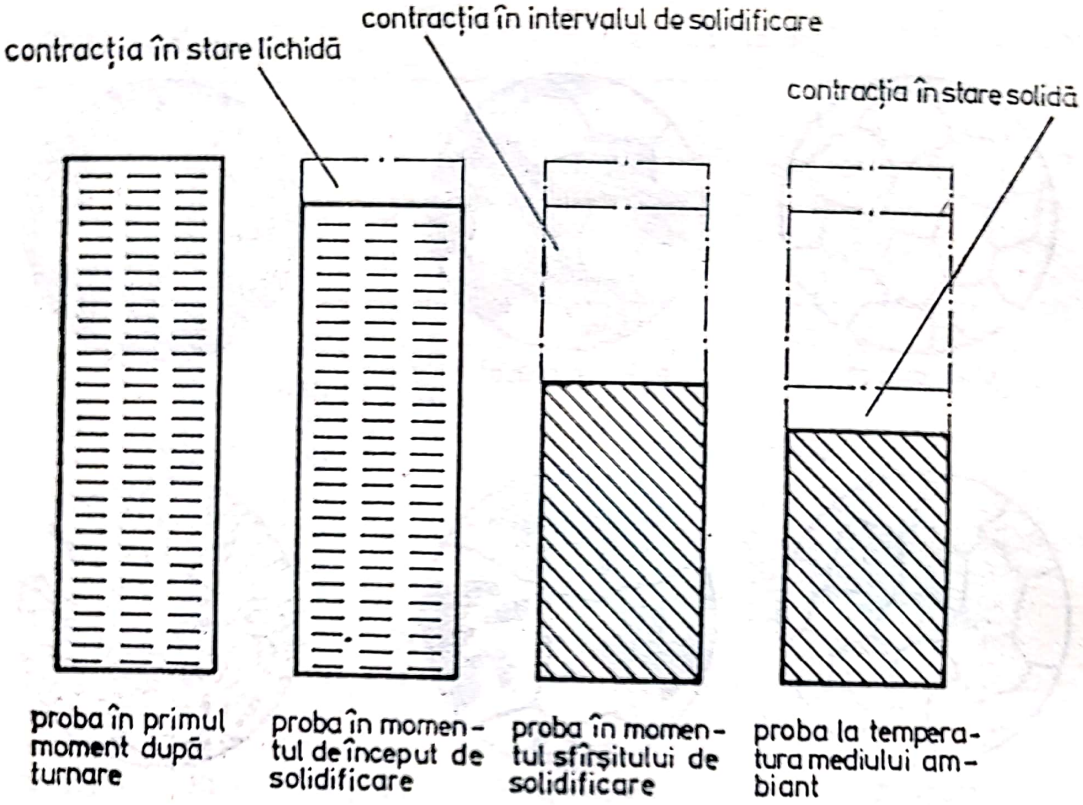



**Fig. C. 35.**

*Tabelul 6*

| Piesă turnată din | Contracție liniară, % | |
|---|---|---|
| | frînată | liberă |
| Oțel carbon sau slab aliat | 1,3—1,7 | 1,6—2,0 |
| Oțel înalt aliat cu crom | 1,0—1,4 | 1,3—1,7 |
| Oțel ferito-austenitic | 1,5—1,9 | 1,8—2,2 |
| Oțel austenitic | 1,7—2,0 | 2,0—2,3 |
| Fontă cenușie | 0,5—0,9 | 0,7—1,0 |
| Fontă maleabilă albă | 0,8—1,5 | 1,5—2,5 |
| Fontă maleabilă neagră | 0,8—1,5 | pînă la 1,2 |
| Bronz cu staniu | 1,2 | 1,4 |
| Alamă (cu zinc) | 1,5—1,7 | 1,8—2,0 |
| Silumin | 0,8—1,0 | 1,0—1,2 |

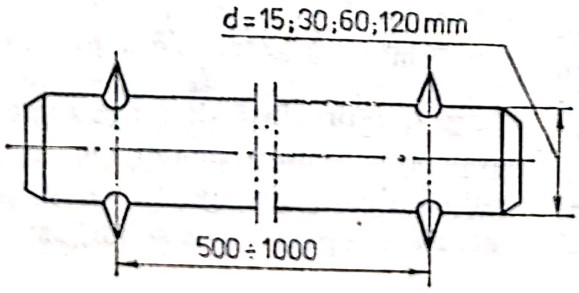



**Fig. C. 36.**

terialului cercetat turnat în cavitatea obținută cu acest model.

**CONUS,** clasor hidraulic folosit pentru clasarea gravimetrică. Materialul supus clasării este adus sub formă de suspensie, conținînd 85—90% apă. Acest aparat (fig. C. 37) are forma

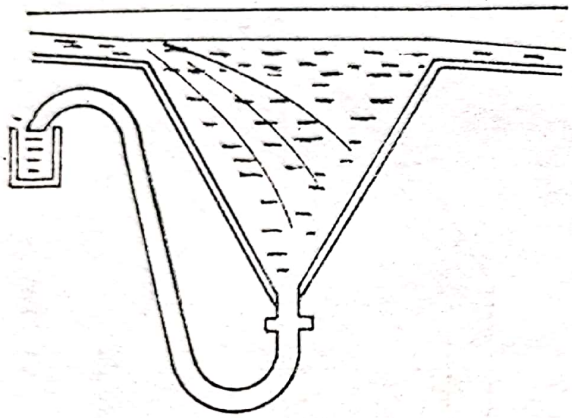


**Fig. C. 37.**

unei pîlnii ai cărei pereți au o înclinare de 50—60°. Materialul depus la fundul aparatului se evacuează direct, fie printr-o deschidere, fie cu ajutorul unui tub în formă de gît de lebădă. Elementele fine sînt evacuate, în formă de suprascurgere, printr-un jgheab la partea superioară a aparatului.

**CONVERTIZOR,** cuptor pentru extragerea unor metale (cupru, nichel etc.) sau elaborarea unor aliaje (oțel). **C.** pentru elaborarea oțelurilor funcționează prin suflare cu aer sau de oxigen în fonta lichidă.

**convertizorul cu aer,** (fig. C. 38), este un cuptor basculant, neîncălzit prin arderea unui combustibil, destinat extragerii unor metale (cupru, nichel) sau elaborării unor aliaje (oțel), suflînd aer prin materia primă (fontă, mată) folosită în stare lichidă. Aerul oxidează anumite elemente, transformîndu-le în oxizi care trec în zgură sau se elimină în atmosfera de lucru. Căldura rezultată din reacțiile de oxidare încălzește și ridică temperatura băii. **c. cu a.** folosite pentru elaborarea oțelurilor au forma de pară, sînt construite din tablă de oțel, iar în interior se căptușesc cu cărămidă refractară de si-

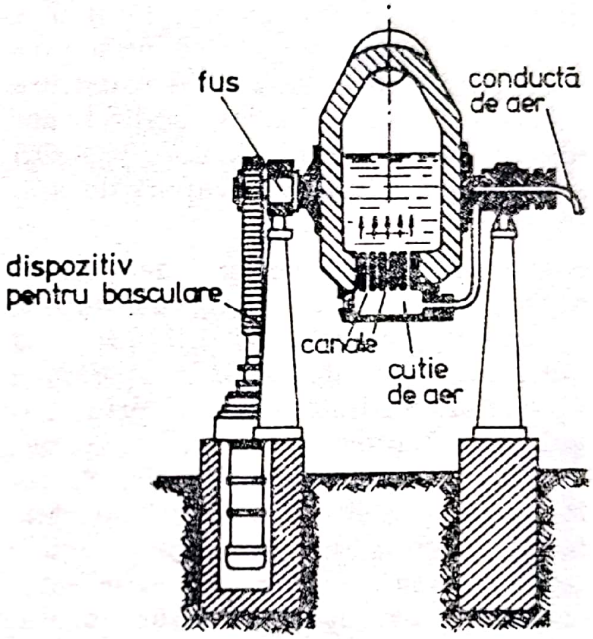



**Fig. C. 38.**

lica, pentru procedeul acid, și cu cărămidă de magnezită, pentru procedeul bazic. Fundul convertizorului este detașabil și prevăzut cu canale de aer sub care se atașează cutia pentru distribuția aerului. Aerul debitat de o suflantă, trece prin unul din fusurile de susținere și cu ajutorul unei conducte de legătură intră în cutia de aer și în convertizor. Pentru turnătorii se construiesc convertizoare de capacitate mai mică (3—8 t) la care cutia și canalele de aer se află amplasate lateral în partea inferioară a pereților convertizorului, numite *convertizoare cu suflare laterală.* La convertizarea matelor se folosesc convertizoare de formă cilindrică orizontale sau verticale (asemănătoare celor utilizate la elaborarea oțelurilor). În faza de încărcare, convertizorul se basculează astfel ca să

Scanned with OKEN Scanner

permită umplerea lui cu material în stare lichidă; nivelul acestuia nu trebuie să atingă canalele de aer. Se începe suflarea aerului după care convertizorul se basculează în poziție normală de lucru. La sfîrșitul elaborării produsul final este evacuat prin înclinarea convertizorului deasupra oalei de turnare. Pentru a îmbunătăți parametrii de funcționare s-au conceput procedee de elaborare în convertizoare bazice suflînd aer îmbogățit în oxigen (25—30% $O_2$) sau amestec de aer și vapori de apă supraîncălziți.

**convertizorul cu suflare de oxigen pe jos,** (fig. C. 39), este un cuptor basculant, neîncălzit prin arderea unui combustibil, destinat elaborării oțelurilor suflînd oxigen prin canale prevăzute pe la fund, concomitent cu un fluid de protecție. Se folosesc în acest scop duze speciale formate din două țevi concentrice, oxigenul suflîndu-se prin conducta centrală. Căptușeala convertizorului

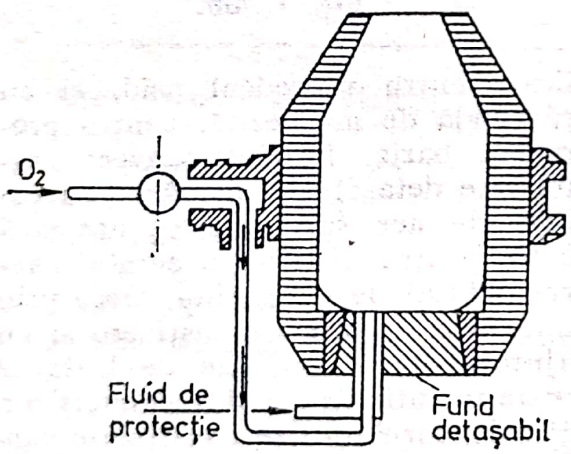



**Fig. C. 39.**

este de natură bazică avînd compoziția asemănătoare convertizoarelor clasice (Thomas). Pentru a permite reparația căptușelii refractare, fundul este detașabil. Este prevăzut cu dispozitive de basculare care permit convertizorului înclinarea pentru încărcarea fontei și evacuarea oțelului.

**convertizorul cu suflare de oxigen pe sus,** (fig. C. 40), este un cuptor basculant, neîncălzit prin arderea unui combustibil, destinat elaborării oțelurilor, suflînd oxigen de puritate înaltă deasupra fontei lichide cu aju-

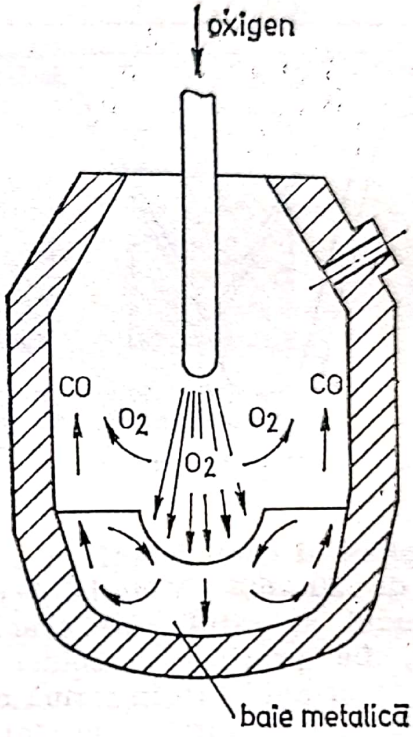



**Fig. C. 40.**

torul unei lance. Din punct de vedere constructiv, profilul convertizorului cu suflare pe sus este diferit de cel al convertizoarelor Bessemer sau Thomas, deosebindu-se de acestea în primul rînd prin fundul neprevăzut cu canale. Partea inferioară are forma unui troncon drept, convertizorul fiind dotat și cu un orificiu pentru evacuarea oțelului. Căptușeala convertizorului se execută din cărămizi de magnezită, dolomită magnezitică sau blocuri de dolomită. Pentru a ușura rezidirea căptușelii refractare se preferă construcția convertizoarelor cu fund detașabil. Încărcarea materiei prime solide se face mecanizat.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru introducerea fontei, convertizorul este înclinat la un anumit unghi după care se basculează în poziție verticală, introducîndu-se lancea pentru insuflarea oxigenului (fig. C. 41). Pentru manipulare, lancea este prinsă într-o „sanie" acționată de un troliu, putînd fi astfel ridicată și coborîtă pînă la o distanță de 100—150 mm deasupra băii. Întreg acest dispozitiv este amplasat pe un cărucior care îi asigură o deplasare și pe orizontală, deasupra convertizorului. În majoritatea cazurilor, pe cărucior se află montate două lănci care funcționează alternativ. Capacitatea de producție la o șarjă a convertizoarelor cu suflare pe sus variază între 130 și 330 t. Au fost proiectate și construite convertizoare și mai mari, de 385 și 400 t oțel la o șarjă.

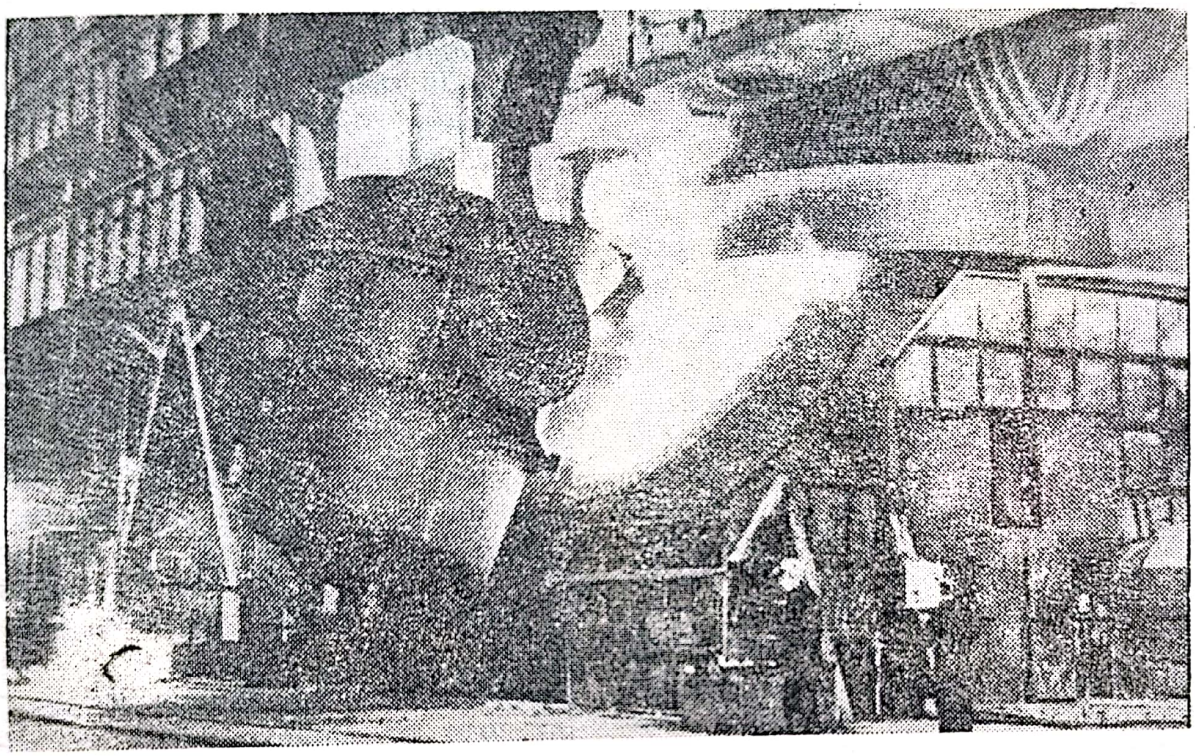


Fig. C. 41.

**convertizorul Kaldo,** (fig. C. 42), este un cuptor basculant, neîncălzit prin arderea unui combustibil, destinat elaborării oțelurilor prin suflare de oxigen de puritate înaltă, deasupra băii de fontă, cu ajutorul unei lance care se află în poziția înclinată față de aceasta. Are fundul fix sau demontabil și este căptușit cu materiale refractare bazice. Construcția meta-

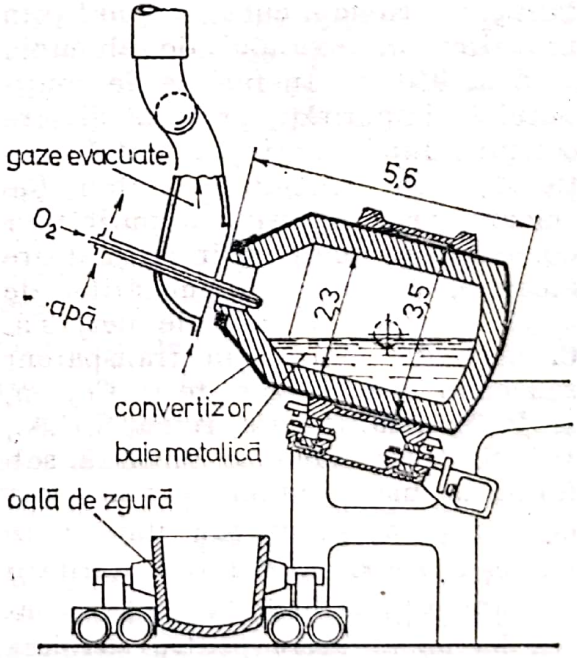



Fig. C. 42.

lică a convertizorului este prevăzută cu dispozitive care îi permit o basculare în jurul axei orizontale pentru încărcarea fontei, evacuarea oțelului și asigurarea unghiului de înclinare necesar în timpul afinării. De asemenea, cu ajutorul acestor dispozitive se realizează și mișcarea de rotație în jurul axei longitudinale, în perioada de afinare. Elaborarea oțelurilor în acest convertizor se face după procedeul Kaldo. Construcția metalică a convertizorului împreună cu toate dispozitivele anexe este greoaie și complicată.

**CORINDON,** varietate naturală a oxidului de aluminiu, $Al_2O_3$, avînd sistemul de cristalizare romboedric. Este incolor, transparent, foarte dur (duritatea 9 pe scara Mohs) și are densitatea 3,9 kg/dm³. Conține 52,9% Al și 47,1% $O_2$. Se poate prezenta sub următoarele forme cristaline: α-corindon, **C.** obișnuit, cristalizat în sistemul romboedric a cărui formare are loc între 500 și 1500°C; β-corindon cristalizat în sistemul hexagonal obținut din α-corindon la 1500—1800°C și stabil la temperaturi ridicate; γ-corindon, cristalizat în sistemul cubic, obținut prin încălzirea hidroxidului de aluminiu pînă la 950° C. În funcție de conținutul în impurități, prezintă diverse colorații fiind folosit ca piatră prețioasă, sub denumirile: rubin (de culoare roșie datorită impurităților de oxizi de crom), safir (de culoare albastră din cauza impurităților de oxizi de titan și oxizi de fier) ș.a. **C.** obișnuit, mai puțin transparent sau chiar opac se găsește în Ceylon, R. P. Chineză, Elveția, Italia, S.U.A., U.R.S.S. etc. Cînd se prezintă sub formă de masă granulară, amestecat cu cuarț, magnetit sau ilmenit se numește *emeri* și datorită durității ridicate este utilizat la confecționarea hîrtiei abrazive pentru șlefuirea metalelor, rocilor etc. Ca material abraziv se folosește corindonul sintetic, numit *alundum* care se obține prin topirea bauxitei, în cuptoare electrice, la temperaturi peste 2000°C. Se mai utilizează și ca material suprarefractar.

**COSITORIRE,** operație de acoperire superficială a metalelor sau aliajelor (fontă, oțel, bronz), cu un strat de staniu pentru protecția anticorosivă. Se realizează prin imersare într-o baie de staniu topit la 260—300°C sau pe cale electrolitică. *Cositorirea prin imersie* se aplică oțelurilor, aliajelor pe bază de cupru etc., obținîndu-se un strat de staniu în grosime de pînă la 40 μm. *Cositorirea pe cale electrolitică* se realizează cu ajutorul unei soluții de stanat de sodiu, ca electrolit, stratul depus avînd o grosime de 4—7 μm. Metalul care urmează să fie acoperit se leagă la catod. În ambele cazuri, înainte de **C.** materialul trebuie degresat și decapat.

**COTTRELL, ALAN HOWARD** (n. 17 iul. 1919, Birmingham), metalurg englez. Profesor de metalurgie fizică la Universitatea din Birmingham. Membru al Societății Regale (1955). Cercetări și publicații în domeniile metalurgiei, fizicii teoretice, analizei operaționale. Studii privind fenomenele de dislocație și curgere plastică în cristale. A stabilit (1948) zone de concentrație a dislocațiilor *(zone Cottrell)* pentru a explica intervalul de curgere.

**Op. pr.:** *Theoretical structural Metallurgy* (1948, 1955); *Dislocations and Plastic Flow in Crystals* (1953); *The Mecanical Properties of Matter* (1964); *Theory of Crystal Dislocations* (1964); *An Introduction to Mettalurgy* (1967).

**COVALIT,** amestec cu granulație sub 0,125 mm format aproximativ din 60% zahăr, 25% smoală și 15% cărbune. Se folosește în proporție de 1% în amestecurile de formare

Scanned with OKEN Scanner

pentru turnătorii în vederea ușurării dezbaterii formelor.

**COVASIL,** liant derivat din silicatul de sodiu, care conține zahăr și clorură acvaclorocromică. Se folosește ca liant, care permite și dezbaterea mai ușoară a formelor.

**COVELINĂ,** CuS, mineral de cupru. Cristalizează în sistemul hexagonal și prezintă culoarea albastră. Conține: 66,4% Cu și 33,6% S. Are duritatea 1,5—2,0 (scara Mohs) și densitatea 4,70 kg/dm³. În țara noastră se întîlnește în zăcăminte alături de calcopirită. Zăcăminte importante de **C.** se găsesc în R. D. Germană, R. S. F. Iugoslavia, Bolivia, Chile, Filipine, S.U.A. Se folosește ca materie primă în metalurgia cuprului.

**COWPER, ALFRED EDWARD** (n. 1819 — m. 1893), metalurg englez. Cercetări în domeniul metalurgiei oțelului. A inventat în 1857 instalația de preîncălzire în regeneratoare a aerului suflat în furnal, pe care a perfecționat-o în 1884.

**COWPER-COLES, SHERARD OSBORN** (n. 1900, Cowper-Coles — m. 9 sept. 1936), chimist și inventator englez. Inventator al procedeului de saturare cu zinc a stratului superficial al oțelurilor prin tratament termochimic *(sherardizare)* și al unor metode de decorare a suprafețelor metalice. A descoperit o metodă de realizare a reflectoarelor parabolice. Unul dintre fondatorii procedeelor de cromare electrolitică. A îmbunătățit procedeele hidroelectrometalurgice.

**CRACARE,** proces fizico-chimic în care au loc ruperi ale unor legături chimice de tip C—C existente în moleculele organice mari formîndu-se combinații chimice mai simple. Se aplică, de obicei, fracțiunilor grele de petrol (motorină sau păcură) rezultînd alcani, izoalcani, benzine, gaze și cocs. Viteza procesului este condiționată de proporția diferitelor tipuri de hidrocarburi în amestecul inițial. **C.** decurge selectiv, în trepte de temperatură la care se pot separa diferite fracțiuni. După condițiile de lucru, poate fi catalitică sau termică.

**cracarea catalitică,** are loc la temperaturi, în mod frecvent pînă la 500°C, în prezența unor catalizatori. Catalizatorii utilizați conțin 5—20% $Al_2O_3$ și rest % $SiO_2$. Uneori se folosesc catalizatori din silice și oxid de zirconiu sau de aluminiu. Instalațiile de **c. c.** funcționează fie cu strat fix de catalizatori, fie cu catalizatori în strat fluidizat (metodă aplicată în mod curent în străinătate și în țară). Este principala metodă industrială de fabricare a benzinelor de calitate superioară.

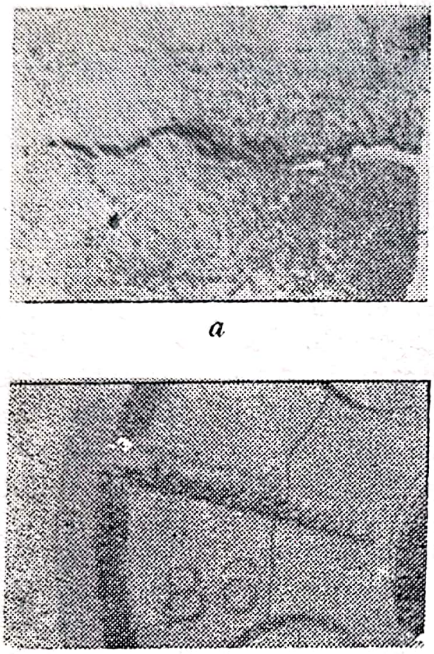
**cracarea termică** are loc sub acțiunea temperaturii în condiții de presiune (la temperaturi pînă la 650°C și presiuni pînă la 40 at).

**CRĂPĂTURĂ,** defect sub formă de discontinuitate intra- sau intercristalină în materialul metalic. Pot apărea la cald sau la rece.

**crăpătura la cald** se prezintă ca o discontinuitate intercristalină de formă neregulată, cu margini zdrențuite și suprafață oxidată; datorită oxidării culoarea pereților **C.** este neagră sau cafenie închisă, în funcție de temperatura la care s-a format (fig. C. 43, *a*). Cele care pătrund mult în adîncimea materialelor metalice laminate, datorită unui regim de încălzire sau deformare necorespunzător (în special, la oțelurile aliate și înalt aliate) poartă numele de *spărturi* sau *crăpături mai mari.* Cele sub formă de despicături interne, uneori de forma unor spărturi fără comunicare cu exteriorul se numesc *supratrageri* sau *rupturi interne.* Apar la produsele laminate sau trase sub acțiunea tensiunilor de întindere neuniformă de

Scanned with OKEN Scanner

natură mecanică și sînt dispuse transversal, paralele între ele, la distanțe relativ uniforme, mai deschise în partea centrală și avînd adesea forma unei cozi de rîndunică.



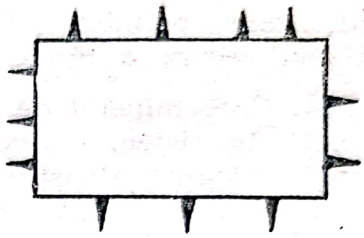
*a*

*b*

**Fig. C. 43.**

**crăpătura la rece** se prezintă ca o discontinuitate intracristalină apărută la temperaturi joase, de formă regulată și margini continue, tăioase (fig. C. 43, *b*). Formată la temperaturi joase **C.** nu are suprafețe colorate; dacă apare la temperaturi relativ mai înalte (sub 620°C la aliajele Fe—C) suprafețele au culori de revenire.

**CREASTĂ,** defect care se prezintă ca excrescențe sub formă de plăcuțe mai mult sau mai puțin proeminente (fig. C. 44) în general, perpendiculare pe suprafața piesei, izolate sau în rețele, întîlnit la piesele turnate. La turnarea în forme crude **C.** apar adesea la colțuri, asociate cu cruste și umflături. Cauze posibile ale apariției defectului pot fi fisurile pe suprafața formei apărute datorită încălzirii rapide, temperaturile prea înalte de turnare, procentele mari de liant sau apă, grade de îndesare sau procente de $SiO_2$ prea mari.



*a*

*b*

**Fig. C. 44.** Creastă:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

**CRIOLIT,** $Na_3AlF_6$, mineral de sodiu și aluminiu. Cristalizează în sistemul monoclinic și este incolor, alb, gri sau gălbui. Are duritatea 2,5—3 (scara Mohs) și densitatea 2,95 kg/dm³. Conține 54,4% F, 12,8% Al și 32,8% Na, la care se mai adaugă, uneori și $Fe_2O_3$. Se găsește în cantități importante în U.R.S.S., S.U.A., Nigeria. Se utilizează ca materie primă în metalurgia aluminiului.

**CRISOBERIL,** $BeO \cdot Al_2O_3$, mineral de beriliu, cristalizat în sistemul ortorombic de culoare verde-gri, galbenă sau brună. Are duritatea 8,5 (scara Mohs) și densitatea 3,5—3,8 kg/dm³. Conține 80,2% $Al_2O_3$ și 19,8% BeO, la care se mai adaugă, în mod frecvent, pînă la 6% $Fe_2O_3$ și, uneori, pînă la 3% $TiO_2$. Unele varietăți de **C.** sînt folosite ca pietre prețioase.

Scanned with OKEN Scanner

Se găsește în Brazilia, U.R.S.S., S.U.A. etc. **C.** obișnuit este utilizat ca materie primă în metalurgia beriliului.

**CRISTOBALIT,** $SiO_2$, formă alotropică naturală a dioxidului de siliciu, care cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate. La temperatură obișnuită se prezintă sub formă de β-cristobalit, cristalizat în rețeaua tetragonală. La temperaturi de 180—270°C, β-cristobalitul se transformă în α-cristobalit, care nestabil peste 1470°C se transformă din nou în β-cristobalit, și care prezintă o stabilitate bună pînă la 1710°C, cînd are loc topirea. Are densitatea 2,32 kg/dm³ și duritatea 6,5 (scara Mohs). Se află puțin răspîndit în natură, fiind prezent într-o serie de produse de silica care au fost supuse unui tratament la temperaturi ridicate, de lungă durată.

**CROM,** Cr, element metalic din grupa a VI-a secundară a sistemului periodic cu numărul atomic 24, masa atomică 51,996, valența II, III, IV, V, VI. A fost descoperit (1797) de L. N. Vauquelin și M. H. Klaproth care i-au dat și numele după cuvîntul grecesc *cromos* = culoare. Se găsește răspîndit în natură sub formă de combinații (cromit, crocoit). Are culoare albă strălucitoare, cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și nu prezintă alte forme alotropice. Este un metal greu fuzibil, maleabil, ductil și tenace. Principalele sale proprietăți fizice sînt: densitatea 7,20 kg/dm³, p.t. 1890°C, p.f. 2480°C, căldură masică (la 20°C) 461 J/kg·K, conductivitate termică (la 20°C) $0{,}712 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,026 Ω·mm²/m. În stare pulverulentă, impurificat cu carbon și hidrogen este dur și casant. Este un metal puțin reactiv. Sub formă compactă prezintă o rezistență deosebită față de oxigen și față de agenții atmosferici. Prin încălzire se combină cu hidrogenul, azotul, halogenii, siliciul etc. Cu carbonul formează trei carburi: $Cr_4C$, $Cr_7C_3$ și $Cr_3C_2$. Se dizolvă în acid clorhidric și acid sulfuric diluați și este stabil față de acidul azotic și apa regală. În stare pulverulentă prezintă o activitate chimică mai ridicată. Deoarece **C.** se pasivizează prin formarea unei pelicule superficiale protectoare de oxid este utilizat la diverse acoperiri metalice. Se utilizează la obținerea unor aliaje speciale iar în cantități mari sub formă de feroaliaj, la elaborarea oțelurilor și fontelor speciale (fontele cu un conținut ridicat de crom sînt refractare, rezistente la uzură și coroziune).

**CROMANSIL,** oțel slab aliat cu crom, mangan, siliciu, laminat sub formă de table, benzi, bare etc. și livrat în stare recoaptă sau normalizată. Conține 0,25—0,35% C, 0,9—1,2% Si, 0,8—1,1% Mn, 0,8—1,1% Cr și max. 0,4% Ni. După un tratament de călire și revenire, rezistența sa de rupere la tracțiune poate ajunge la 160 daN/mm².

**CROMEL,** aliaj de nichel, crom, fier și mangan rezistent la temperaturi ridicate. Conține: 60—80% Ni, 12—20% Cr, 1,5—25% Fe și 0,5—2,0% Mn. Are rezistența de rupere la tracțiune 70—75 daN/mm² și rezistivitatea electrică (la 20° C) de cca 1,0 Ω · mm²/m. Datorită refractarității sale se întrebuințează la confecționarea rezistențelor electrice pentru radiatoare, reșouri, fiare de călcat etc. Se mai utilizează și la fabricarea termoelementelor pentru măsurarea temperaturilor ridicate (600—1000°C). Temperatura în regim de funcționare indicată pentru acest aliaj este de max. 1100°C. Se poate prelucra prin deformare plastică.

**CROMIT,** (Fe, Mg) $Cr_2O_4$, oxid de crom, cristalizat în sistemul cubic.

Este cel mai important minereu de crom. Are culoarea neagră de fier sau brun-neagră, în secțiuni fine galben-roșie. Are duritatea 5,5 (scara Mohs) și densitatea 4,32—4,80 kg/dm³. Cîteodată este magnetic. Conține 68% $Cr_2O_3$ și 32% FeO. O parte din fier poate fi înlocuită prin magneziu (5—15%), iar cromul prin aluminiu (5—15%). Uneori mai conține ZnO și MnO. În țara noastră zăcăminte de **C.** se găsesc pe lîngă Orșova, la Plavișevița, Ogradena, Tișovița, Baia Nouă, apoi la Bozovici, Rudăria, Poiana etc. Zăcăminte mari se găsesc în U.R.S.S., Turcia, R. D. Germană, S.U.A., Noua Caledonie, Republica Cuba, Rodezia etc. Se folosește în special la elaborarea aliajelor de crom.

**CROMIZARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor de oțel cu crom în scopul creșterii rezistenței la oxidare pînă la 800°C și la coroziune (în apă industrială, apă de mare, acid azotic etc.) și a durității (la oțelurile cu conținut mare de C se obține $HV = 1200—1300$) și rezistenței la uzură în cazul oțelurilor cu conținut mare de carbon. **C.** se aplică în special, pieselor din oțeluri carbon, austenitice, aliajelor Cr—Ni—Co, de Nb, de Mo și altor metale și aliaje. Se realizează prin încălzire cîteva ore la 1000—1050°C, în amestecuri de pulberi (de ex.: 50% Fe—Cr, 49% $Al_2O_3$ și 1% $NH_4Cl$) în mediu gazos cu $CrCl_2$ sau în vacuum. Creuzetul de oțel sau ceramic în care se introduc piesele înconjurate de pulbere cu crom se așază în camera cu vacuum ($10^{-2}—10^{-3}$ torr); la temperatură înaltă cromul se vaporizează și difuzează în piese. La oțelurile cu conținut mare de carbon stratul superficial constă din carburi: $(Fe, Cr)_7C_3$ și $(Fe, Cr)_4C$. Adîncimea stratului cromizat în pulberi sau gaze este de 0,15—0,20 mm, iar în vid la temperatură foarte înaltă de 1,5—8,0 mm. Se **C.** piesele pentru instalații de motoare cu abur, armături apă-abur, supape, ventile, racorduri și, de asemenea, piesele care sînt supuse la uzură în medii corosive.

**CROMOBOR,** feroaliaj cu un conținut de cca 85% Cr și 9—12% B, folosit la elaborarea oțelurilor aliate. Se produce prin metoda aluminotermică, de obicei, în cuptor electric bazic, folosind în încărcătură oxid de crom, acid boric (cu 52—55% $B_2O_3$ și 40—45% apă de cristalizare) și pulbere de aluminiu. În cuptor se introduce mai întîi acidul boric care se topește, după care cuptorul se decuplează și pe suprafața topiturii se încarcă amestecul de oxid de crom și aluminiu. Din această reacție se degajă suficientă căldură pentru buna separare a aliajului de zgură. Recuperarea borului este de cca 70% și a cromului de cca 86%.

**CRUSTĂ,** defect sub formă de plăcuțe cu suprafețe rugoase pe pereții piesei turnate, despărțite parțial sau total de suprafață printr-un strat de amestec de formare. Pot fi obișnuite, de eroziune sau de vopsea. În fig. C. 45 se prezintă schematic tipurile și modul de formare a **C.** La turnare, pereții formei se încălzesc intens prin contact direct cu metalul lichid și prin căldura radiată; ca urmare stratul superficial se dilată și se usucă. Dilatarea are loc datorită cuarțului (component de bază al amestecului de formare) care la temperaturi de 500—600°C suferă o bruscă modificare cristalină ($\alpha \rightleftarrows \beta$) cu mărire de volum (1,5%). Uscarea bruscă a stratului superficial dă naștere la vapori de apă care recondensează la cîțiva milimetri de suprafață (reprezentat cu linie punctată în scheme) unde temperatura nu depășește 100°C. În această zonă rezistența amestecului scade. Dacă eforturile de dilatare sînt mici amestecul se desprinde pe lățime limitată (fig. C. 45, *a*), luînd

naștere defectul numit *coadă de șoarece*. Dacă sînt mai mari, apare defectul de *crustă clasică* (fig. C. 45, *c*); în acest caz amestecul nu se rupe și, deci, în piesă nu vor apărea incluziuni de amestec de formare. Dacă

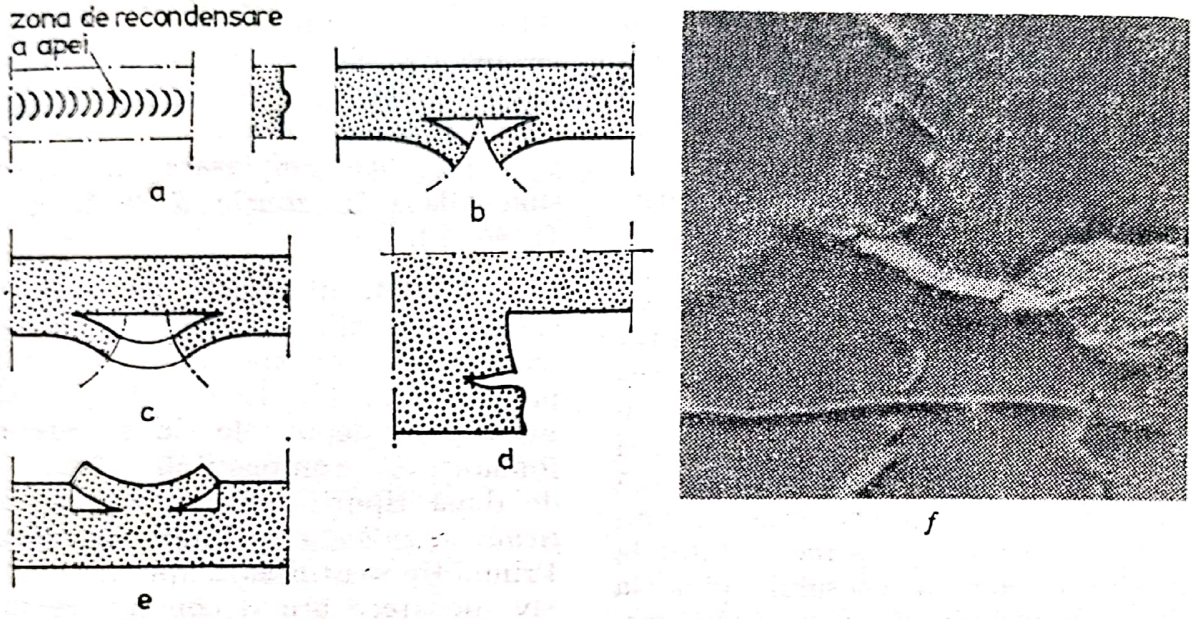



Fig. C. 45.

însă amestecul se rupe apar *crustele de eroziune* (fig. C. 45 *b*, *d* și *e*) și odată cu ele incluziuni de amestec de formare. În fig. C. 45, *f* sînt prezentate tipurile de **C.** pe suprafața pieselor turnate. **C.** iau naștere de cele mai multe ori la partea superioară (raportat la poziția de turnare) a piesei turnate. Tendință de a forma **C.** au piesele turnate din oțel și piesele cu pereți subțiri și suprafețe mari din fontă. Cauzele apariției defectului privesc amestecul de formare (umiditate mare, adaos în cantitate mare de liant, preparare necorespunzătoare etc.), forma (permeabilitate și rezistență necorespunzătoare etc.) ș.a.

**CUARȚ,** $SiO_2$, oxid de siliciu, cristalizat în sistemul romboedric. Este un mineral piezoelectric, incolor și transparent. Are duritatea 7 (scara Mohs) și densitatea 2,65 kg/dm³. Poate fi colorat prin radiații radioactive în gălbui, brun-negru, roșu, violet, verde. Conține 46,7% Si și 53,3% $O_2$. Mai conține impurități mecanice, incluziuni gazoase sau lichide (de ex. $CO_2$, $H_2O$, hidrocarburi) și incluziuni solide (NaCl, $CaCO_3$ $TiO_2$ și altele). În țara noastră se găsește mai ales în Carpații Meridionali, Munții Apuseni și Dobrogea. Pe glob, este foarte răspîndit, găsindu-se în diferite varietăți. Este unul dintre mineralele cu cele mai diverse utilizări: la confecționarea bijuteriilor, a lentilelor pentru diferite aparate optice, a plăcilor piezoelectrice, la construcția lămpilor de cuarț și a celor cu vapori de mercur, la obținerea carburii de siliciu etc. În metalurgie, se întrebuințează, în special, la producerea siliciului tehnic pur și a ferosiliciului.

**CUARȚIT,** rocă cu structură șistoasă, compactă, dură, de culori diferite, formată din recristalizarea gresiilor silicioase. Se întrebuințează, în special, la fabricarea cărămizilor silica, a feroaliajelor și ca fondant acid în siderurgie.

Scanned with OKEN Scanner

**CUBILOU,** agregat de topire cu cuvă, cu funcționare continuă, folosit la elaborarea fontei pentru turnarea în forme, în vederea obținerii pieselor turnate. După condițiile tehnologice de lucru, pot fi: cu aer rece, cu aer cald și cu aer îmbogățit în oxigen. După construcție pot fi: cu sau fără → *antecreuzet*, cu sau fără răcire. În fig. C. 46 se prezintă schema unui *cubilou alimentat cu aer rece*. Vatra, înclinată spre orificiul de evacuare a fontei lichide și jgheaburile sînt căptușite cu un strat de amestec granular refractar. Căptușeala refractară a **C.** este formată din cărămizi refractare cu rosturi de dilatare (10—30 mm) umplute cu material pulverulent izolator. Încărcătura constă din straturi alternative de fontă, cocs și fondanți. Topirea fontei se realizează cu căldura degajată prin arderea completă cu aer sub presiune, debitat la gurile de aer, a cocsului, pînă la $CO_2$ (nu trebuie să existe CO); cocsul este preîncălzit la trecerea sa prin zona de preîncălzire. Fonta lichidă acumulată în creuzet se evacuează periodic, la intervale tehnologic necesare, în oala de turnare, direct sau prin intermediul antecreuzetului (fig. C. 46, *b*). Zgura se evacuează în oale de zgură, iar gazele calde rezultate, prin coș (zona *14*). La unele **C.,** pentru creșterea randamentului termic, gazele arse nu se mai evacuează în exterior ci sînt trecute prin instalații cu recuperatoare pentru cedarea căldurii și sînt evacuate în exterior după trecere prin instalații de desprăfuire. Aerul rece debitat de o suflantă trece prin recuperatoarele încălzite de gazele arse, se încălzește (la 350—450°C) este dirijat la **C.** *(cubilou alimentat cu aer cald)* pentru topirea fontei. În acest mod se realizează creșterea temperaturii fontei, folosind aceeași cantitate de cocs sau mai puțin și, totodată, se evită poluarea mediului înconjurător. Tot în scopul creșterii randamentului termic în aerul de ardere a cocsului se introduce oxigen; acesta ajută la realizarea unei arderi cît mai complete, evitîndu-se formarea CO cu potențial caloric nefolosit. Pentru creșterea durabilității căptușelii, pentru creșterea producției și productivității se folosește răcirea căptușelii cu apă (fig. C. 46, *c*); cea mai avantajoasă metodă este răcirea interioară cu curent de apă ce curge prin țevi metalice amplasate în căptușala aflată în zonele *5* și *13* (fig. C. 46, *a*).

**CULBUTOR,** dispozitiv cu ajutorul căruia, se realizează descărcarea mecanizată a vagoanelor prin răsturnare (fig. C. 47). În metalurgie este utilizat în depozitele de minereuri, fondanți și combustibili. Poate fi de două tipuri: *culbutor rotativ staționar* și *culbutor cu leagăn basculant*. Primul tip se utilizează aproape exclusiv, deoarece are o construcție mai simplă, este mai ieftin și are productivitate mai mare. În prezent, se construiesc **C.** care pot descărca vagoane a căror greutate maximă este de 120—140 t și pot executa între 15—25 răsturnări/h.

**CULORI DE REVENIRE,** culori care apar pe suprafața oțelului călit după revenire în intervalul 200—400°C, datorită formării unui film subțire de oxid. Culoarea care apare comparată cu culori etalon (200°C — albgălbui; 220°C — galben pai; 240°C — galben-portocaliu; 260°C — roșu; 280°C — violet; 300°C — albastru închis; 320°C — albastru deschis; 350°C — albastru cenușiu; 400°C — cenușiu), dă indicații aproximative privind temperatura atinsă la încălzire pentru revenire, în intervalul indicat; trebuie menționat că durata de menținere la temperatura respectivă influențează nuanța **C. de R.**

**CUNIAL,** aliaje Cu—Ni—Al, cu 5—15% Ni + Co, 1,2—3,0% Al, 1,10%

Scanned with OKEN Scanner

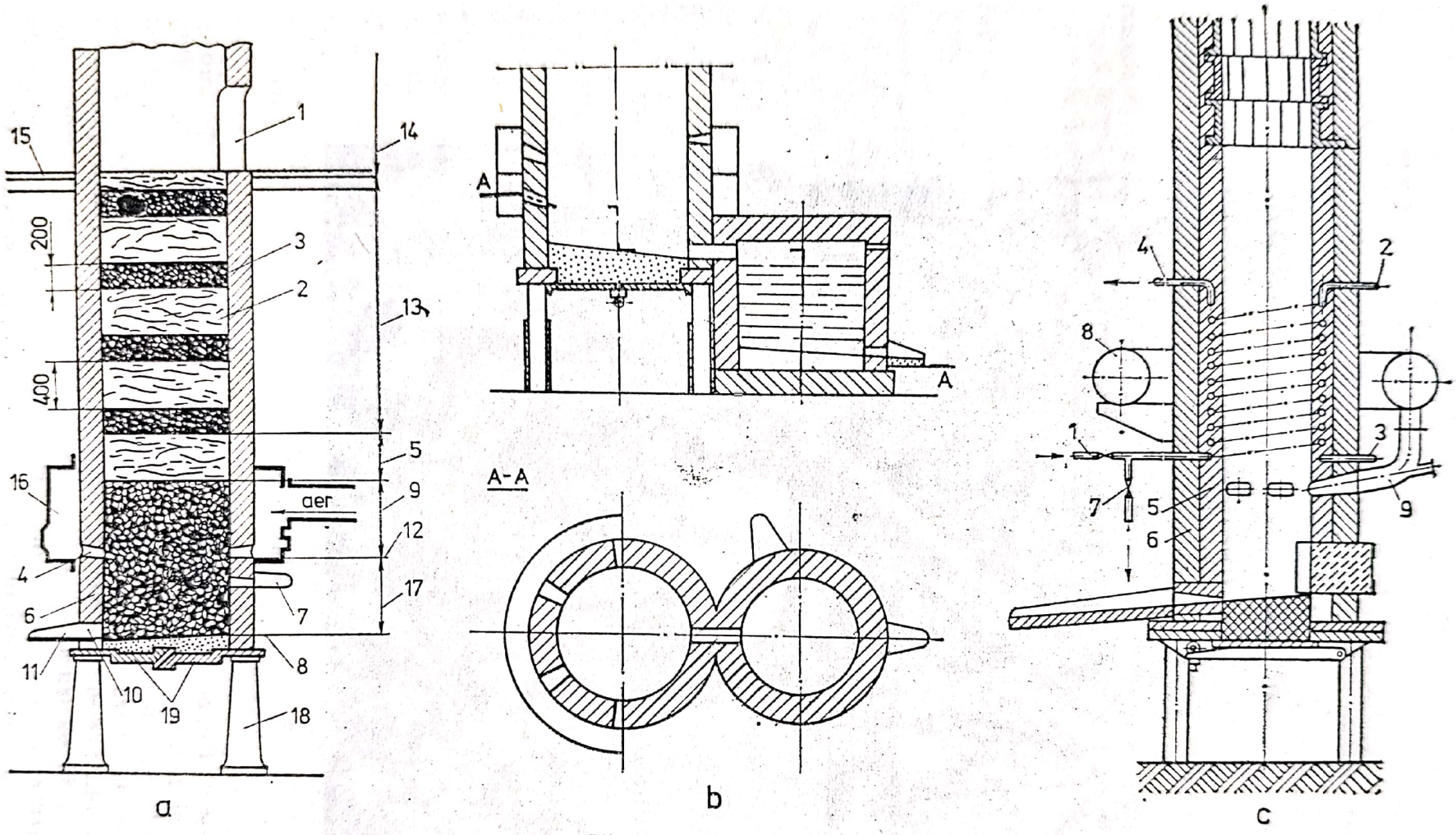



**Fig. C. 46.** Cubilou:

*a* — alimentat cu aer rece; *1* — gură de încărcare; *2* — strat al încărcăturii, de fontă; *3* — strat al încărcăturii de cocs; *4* — duza conductei de aer; *5* — zona de topire; *6* — căptușeală refractară; *7* — jgheab de evacuarea zgurei; *8* — vatra; *9* — zona de ardere a cocsului; *10* — orificiu de evacuare a fontei lichide; *11* — jgheab de evacuare a fontei lichide; *12* — nivelul duzei; *13* — zonă de preîncălzire a încărcăturii; *14* — zona de evacuare a gazelor arse; *15* — platformă de încărcare; *16* — carcasa gurii de aer; *17* — creuzet; *18* — coloane de sprijin (în total, patru); *19* — ușițe (două) metalice de închidere, rigidizate. *b* — cu antecreuzet; *c* — cu căptușeală răcită cu apă; *1*, *3* — intrare apă; *2*, *4* — ieșire apă; *5* — căptușeală monolit; *6* — cărămizi de șamotă; *7* — evacuarea apei din serpentină; *8* — conductă inelară de distribuție a aerului; *9* — gură de aer.

Scanned with OKEN Scanner

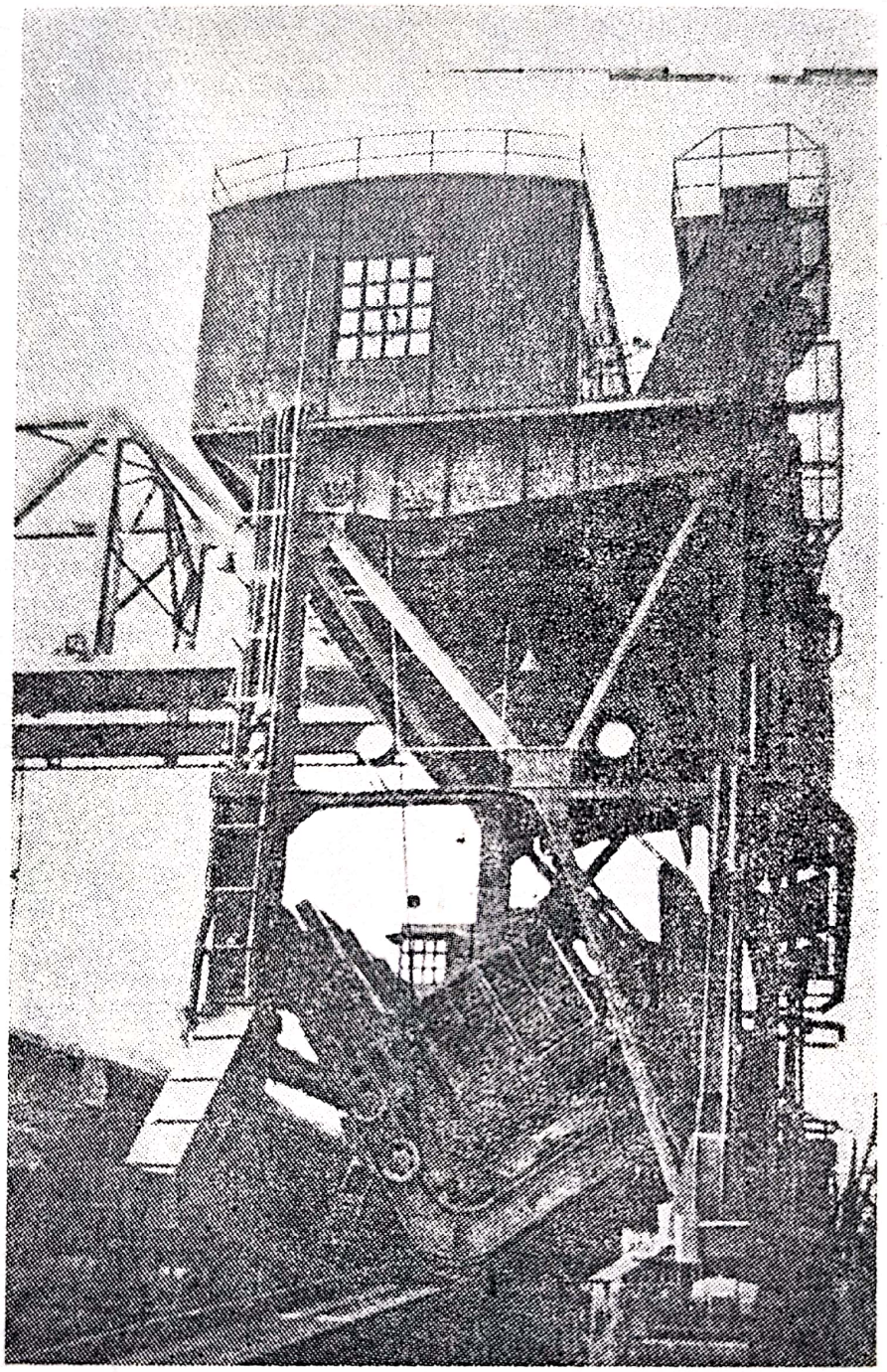


Fig. C. 47.

impurități, rest % Cu. Se prelucrează bine la cald și la rece, avînd bună rezistență la coroziune. Caracteristici mecanice la bare extrudate: $\sigma_r = 70$ daN/mm²; $\delta = 7\%$, iar la platbande $\sigma_r = 56$ daN/mm² și $\delta = 3\%$. Se utilizează sub formă de semifabricate (bare sau platbande).

**CUPRIT,** $Cu_2O$, mineral de cupru, cristalizat în sistemul cubic. Prezintă culoarea roșie cu reflexe albăstrui. Conține: 88,8% Cu și 11,2% $O_2$. Are densitatea 5,7—6,2 kg/dm³ și duritatea 3,4—4 (scara Mohs). În cantități importante se găsește în S.U.A., Perú, Bolivia, Chile și

Scanned with OKEN Scanner

U.R.S.S. Se folosește ca minereu de cupru.

**CUPRU,** Cu, element metalic din grupa I-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 29, masa atomică 63,54, valența I, II. Este folosit din antichitate fiind unul dintre primele metale care au fost utilizate în stare nativă și primul metal fabricat pe scară largă pentru a fi folosit în scopuri practice. Deoarece una din zonele în care se producea acest metal era insula Cipru romanii l-au denumit *cuprum*. În natură se găsește puțin în stare nativă și mai mult sub formă de combinații chimice în minereuri (calcozină, covelin, calcopirită, cuprit). Este un metal moale de culoare roșie caracteristică; cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și nu prezintă alte forme alotropice. Bun conducător de căldură (conductivitatea termică (la 20°C) $3,89 \cdot 10^{-2}$ W/ /m·K) și electricitate (rezistivitatea sa electrică este destul de scăzută, la 20°C avînd o valoare de 0,017 $\Omega \cdot mm^2/m$). Are densitatea 8,96 kg/ $dm^3$, p.t. 1083° C, p.f. 2310° C și căldura masică (la 20°C) 385 J/kg·K. Este un metal maleabil, ductil și tenace ale cărui proprietăți mecanice depind de starea materialului sub care se prezintă. Astfel, rezistența de rupere la tracțiune, după laminare variază între 40—50 daN/$mm^2$, ajungînd după recoacere 20—24 daN/$mm^2$. De asemenea, alungirea variază între 5—6% la cuprul laminat, crescînd la 35—50% în urma unui tratament de recoacere, iar duritatea Brinell este $(HB) \simeq 120$ la cuprul laminat și $HB \simeq 45$ la cuprul recopt. Rezistența la oboseală a cuprului laminat, după $10^8$ cicluri, este 11 daN/$mm^2$ și a cuprului recopt de 6,7 daN/$mm^2$. Principalele sale proprietăți tehnologice sînt: temperatură de turnare 1150—1220°C, temperatură de prelucrare la cald 900—1050° C, temperatură de recoacere 400—700°C și contracție după turnare 2,1%. Se decapează cu ajutorul unei soluții de 10% $H_2SO_4$. Este deosebit de rezistent la coroziune în condiții atmosferice, în apă de mare și în vapori supraîncălziți. Hidrogenul sulfurat, dioxidul de azot și amoniacul îl atacă intens la temperatura obișnuită. Plumbul, bismutul și stibiul sub formă de impurități creează dificultăți serioase procesului de laminare la cald a **C.,** din care motiv ele trebuie eliminate practic complet. Din punct de vedere chimic este un metal puțin reactiv: nu se dizolvă în acizi diluați, ci numai în acizi oxidanți concentrați cum sînt $HNO_3$ și $H_2SO_4$. Reacționează în prezența oxigenului cu acidul clorhidric concentrat și cu sărurile apoase ale cianurilor alcaline. **C.** produs pentru utilizarea în industrie, numit și *cupru tehnic* se prezintă sub formă de: *cupru rafinat termic* (99,00—99,90% Cu) și *cupru rafinat pe cale electrolitică* (99,95% Cu). Pentru conductori electrici unele norme impun livrarea sa la un conținut de 99,99% Cu. Se utilizează în special sub formă de sîrmă, bare, table, plăci, benzi, platbande, bare pentru electrotehnică, discuri, țevi de diferite dimensiuni, anozi etc. Este folosit și la acoperiri galvanice, lipire, la elaborarea diverselor aliaje etc. Principalele țări producătoare de **C.** sînt: S.U.A., Chile, Rhodezia, U.R.S.S., Canada, Zair etc.

*METALURGIA CUPRULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea în semifabricate a acestuia. Se folosesc următoarele minerale: melaconit, cuprit, calcopirită, bornit, covelină, calcozină, enargit, tetraedrit, calconit, malachit și azurit. Avînd un conținut scăzut de cupru (1—2% Cu), minereurile de cupru se concentrează prin flotație pînă la 15—25% Cu. În funcție de compoziția chimico-mineralogică a concentratelor, extragerea



Scanned with OKEN Scanner

cuprului se poate face pirometalurgic sau hidrometalurgic. Cea mai mare parte din producția de cupru, cca **80%**, se realizează prin procedee pirometalurgice.

*Extragerea cuprului pe cale pirometalurgică* se aplică minereurilor sulfuroase și cuprinde în principal următoarele operații: prăjire, topire pentru obținerea matei, convertizarea matei de cupru și rafinare.

**prăjirea oxidantă** urmărește de cele mai multe ori să îndepărteze excesul de sulf din minereu și să se transforme o parte din sulfuri în oxizi. Prăjirea se execută de regulă în cuptoare de prăjire polietajate sau în strat fluidizat, rezultînd: CuS, $Cu_2S$, FeS, CuO, $Fe_2O_3$ și $Fe_3O_4$. Minereurilor oxidice li se aplică o *prăjire reducătoare*. În cazul cînd concentratele urmează să se topească într-un cuptor Water-Jacket se aplică o *prăjire aglomerantă pe bandă* în instalație Dwight-Lloyd-Schlippenbach.

Prin operația de topire a concentratelor de cupru se obține mata și zgura. Zgura se formează din oxizii de fier existenți în concentratul prăjit și fondantul (nisip) adăugat în acest scop. Topirea concentratelor prăjite de cupru se face în cuptoare cu vatră și, uneori, în cuptoare cu cuvă (→ *topire, topire piritică* sau *topire norvegiană*). Dintre tehnologiile avansate pentru formarea matei se menționează topirea în suspensie și topirea în cuptoare electrice cu electrozi de grafit.

**topirea în suspensie** este operația prin care se obține mată de cupru sau nichel în stare lichidă, prin topirea rapidă a concentratelor pulverulente de cupru sau nichel, într-o cameră de reacție, unde sînt injectate împreună cu aer preîncălzit sau oxigen. Are loc mai întîi o prăjire care dezvoltă o cantitate de căldură suficientă pentru a topi particulele de material, la trecerea lor prin camera de reacție. Mata topită se colectează la baza camerei de reacție, separîndu-se de zgură, în care scop împreună cu concentratul se introduce și un fondant. **t. în s.** se realizează utilizînd procedeele I. N. Co și Outokumpu. *Procedeul I. N. Co.* pus la punct în Canada, în cadrul societății International Nichel Company (de unde derivă și denumirea sa) folosește oxigenul. Materialul se injectează orizontal, împreună cu oxigenul, într-un cuptor cu vatră, unde se colectează mata și se separă de zgură. *Procedeul Outokumpu*, (fig. C. 48), folosește aerul preîncălzit la 500°C.

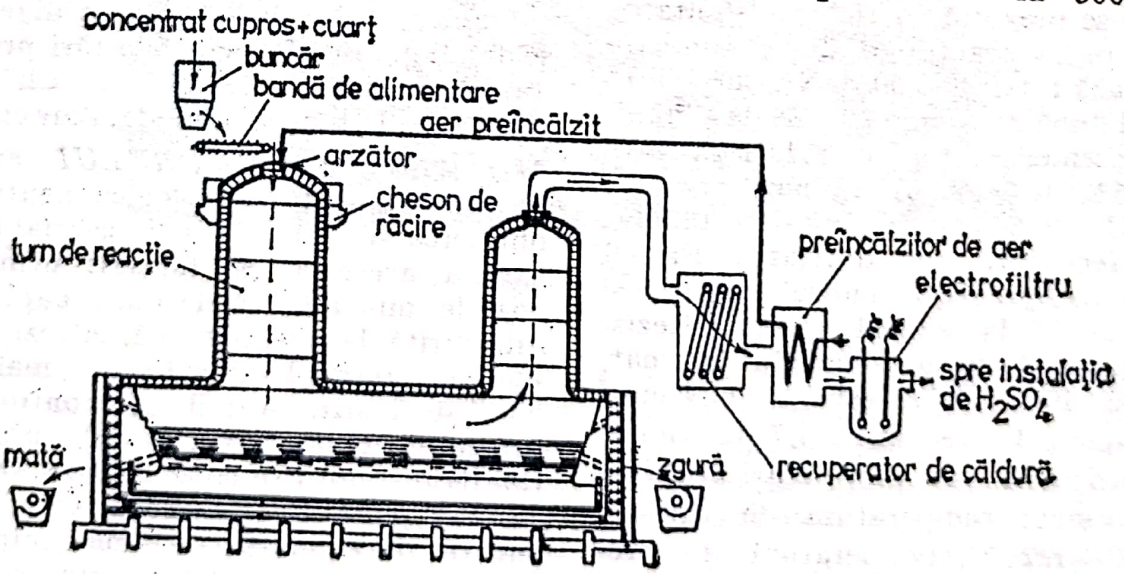



**Fig. C. 48.**

Prăjirea și topirea concentratului are loc într-un turn de reacție prevăzut, la bază, cu un cuptor cu vatră unde se colectează mata și se separă zgura. Într-un al doilea turn se captează particulele de concentrat, antrenate de gaze și se reintroduce în topitură. Procedeul permite recuperarea căldurii din gazele evacuate și valorificarea acestora la fabricarea acidului sulfuric.

**convertizarea matei,** obținerea cuprului brut din mată, se realizează în agregatul numit convertizor. Convertizoarele folosite pentru această operație au forma cilindrică, sînt orizontale sau verticale și se pot bascula. Convertizorul (fig. C. 49) alcătuit dintr-o manta de tablă din oțel este căptușit în interior cu cărămidă

acid (nisip) adăugat, formează o zgură, conform reacțiilor:

$$FeS + 1{,}5O_2 = FeO + SO_2$$

$$2FeO + SiO_2 = (FeO)_2SiO_2.$$

Zgura se îndepărtează și după oxidarea sulfurii de fier mata devine albă. În continuare prin oxidarea sulfurii de cupru se obține cupru brut conform reacțiilor

$$Cu_2S + 1{,}5O_2 = Cu_2O + SO_2$$

$$Cu_2S + 2Cu_2O = 6Cu + SO_2.$$

**rafinarea cuprului brut** se aplică pentru eliminarea impurităților, și se

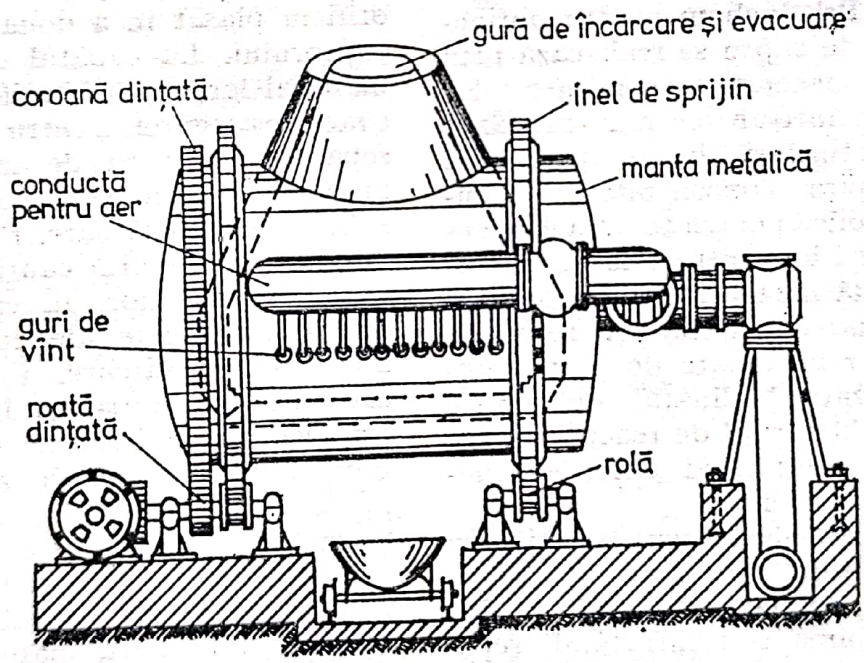



**Fig. C. 49.**

de magnezită sau cromomagnezită. Aerul se suflă prin niște orificii practicate în zidărie pe generatoarea cilindrului. În prima fază a operației se oxidează sulfura de fier la oxid de fier care, împreună cu fondantul

realizează, mai întîi, termic și, apoi, electrolitic. *Rafinarea termică* are loc în cuptoare cu vatră sau în cuptoare rotative. Impuritățile se oxidează cu oxigenul din atmosfera cuptorului. Se elimină total: fierul, zincul și

staniul, și parțial, arsenul, antimoniul, plumbul și nichelul, rămînînd în cupru argintul, aurul, seleniul, telurul și bismutul. Reducerea oxizilor rămași după rafinarea termică, se face prin *perșaj*. Pentru obținerea unui cupru de puritate ridicată, cuprul rafinat termic este supus *rafinării pe cale electrolitică*, folosind în acest scop o soluție de sulfat de cupru. Cuprul rafinat termic se leagă la anod, la catod obținîndu-se cupru electrolitic. La sfîrșitul rafinării electrolitice, se depune pe fundul cuvei de electroliză un nămol format în majoritate din: aur, argint, seleniu și telur care se prelucrează ulterior pentru recuperarea acestor elemente.

Pentru obținerea cuprului pe cale pirometalurgică s-au aplicat, în ultimul timp, procedee noi de extragere:

**procedeul Brittingham** pentru obținerea matei de cupru se realizează prin topire în suspensie a concentratelor de cupru într-un cuptor prevăzut cu două turnuri de reacție: unul pentru topirea concentratelor de cupru și al doilea pentru topirea concentratelor piritice. Între cele două turnuri se află o cameră verticală pentru evacuarea gazelor și reținerea particulelor antrenate de gaze. Cuptorul are vatra înclinată spre capătul unde se află turnul de reacție pentru concentrat, permițînd astfel evacuarea matei obținute.

**procedeul Mitsubishi** pentru obținerea cuprului brut din materii prime, constă în trei faze succesive și distincte: topirea concentratului, separarea matei de zgură și convertizarea matei. Operațiile corespunzătoare fiecărei faze se realizează în trei cuptoare separate. Pentru topire, materiile prime împreună cu fondanții sînt introduse sub presiune de aer sau aer îmbogățit în oxigen, cu ajutorul unor lănci așezate vertical. Convertizarea matei se face cu aer suflat sub presiune de sus în jos, tot cu ajutorul unor lănci așezate în poziție verticală. În cazul cînd este necesar un aport de căldură din exterior, lăncile pot îndeplini și rolul unui arzător. Procedeul a fost aplicat pentru prima dată la Onahama în Japonia.

**procedeul Noranda Mines** pentru obținerea cuprului brut a fost conceput și aplicat în cadrul societății canadiene Noranda Mines Ltd. Operațiile de prăjire și de obținere și convertizare a matei au loc într-un cuptor cilindric orizontal prevăzut la unul din capete cu dispozitiv pentru introducerea amestecului de concentrat și fondanți. Cuptorul este dotat cu orificii pentru suflarea aerului necesar pentru convertizarea matei, plasate în direcția axei cuptorului, cuprul format evacuîndu-se printr-un orificiu plasat în a doua jumătate a cuptorului. La capătul opus intrării materialelor se află orificiul pentru evacuarea zgurei. Pentru o mai bună separare a zgurei de metal, într-o anumită porțiune a cuptorului se suflă gaze reducătoare. Procedeul necesită și o anumită cantitate de căldură din exterior, în care scop la cele două capete ale cuptorului se află două arzătoare. Cuprul astfel elaborat este introdus într-un cuptor electric cu inducție unde se supune unor operații de rafinare termică.

**procedeul Worcra** este caracterizat prin faptul că principalele operații pentru extragerea cuprului din concentrate (obținerea matei de cupru, convertizarea matei de cupru și rafinarea termică a cuprului) au loc într-un singur cuptor (fig. C. 50). Pentru formarea matei, concentratul preîncălzit se introduce în cuptor sub presiune împreună cu combustibilul și fondantul necesar. Convertizarea matei astfel obținute se face prin suflarea pe sus cu aer sau cu

Scanned with OKEN Scanner

aer îmbogățit în oxigen, cu lănci pentru aer. Gazele calde evacuate din cuptor sînt supuse operației de recuperare a sulfului după care sînt folosite la preîncălzirea concentratului. Prin acest procedeu se elimină

**CUPRU FOSFOROS,** prealiaj Cu—P cu conținut variabil între 8 și 13% P. Se folosește ca dezoxidant al cuprului în vederea elaborării aliajelor de cupru și ca prealiaj pentru elaborarea aliajelor de cupru cu conținut mic

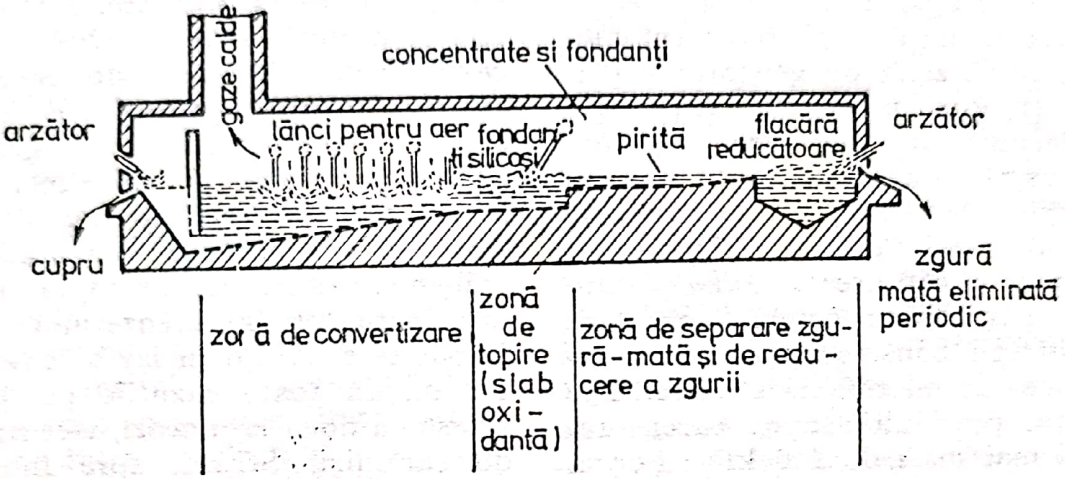



**Fig. C. 50.**

operația de prăjire a concentratelor de cupru și se obțin numeroase avantaje tehnico-economice.

*Extragerea cuprului pe cale hidrometalurgică* se aplică în cazul minereurilor oxidice mixte (sulfuri + oxizi) și comportă următoarele operații: solubilizarea compușilor de cupru, cementarea cuprului cu șpan sau electroliza soluției de sulfat de cupru cu anozi insolubili pentru obținerea cuprului electrolitic. Operația de solubilizare a compușilor de cupru din concentrate se face cu o soluție formată din acid sulfuric și sulfat feric. Sterilul din concentrat rămîne nedizolvat și la sfîrșitul operației de solubilizare se îndepărtează prin filtrare. Precipitarea cuprului (cementare) din această soluție se realizează prin adaos de șpan. Producerea unui cupru fără impurități se realizează supunînd soluția de sulfat de cupru unei operații de electroliză în timpul căreia cuprul se depune la catod. La anod (confecționat din plumb sau grafit) se concentrează oxigenul.

de fosfor. Are temperatura de început de topire, 714°C, iar de sfîrșit de topire, pînă la ~ 1000°C. Prealiajele Cu—P pot avea compoziție eutectică (temperaturi mai joase de topire) și hipereutectică (se sfărîmă mai ușor datorită prezenței compusului $Cu_3P$).

**CUPTOR METALURGIC,** utilaj în care, cu ajutorul căldurii transmisă de la o sursă termică se realizează operații metalurgice, cu sau fără schimbarea stării de agregare a materialelor de prelucrat. Se clasifică după mai multe criterii. După destinația tehnologică pot fi cuptoare de topire, în care se schimbă starea de agregare a materialelor încărcate, și cuptoare de încălzire, în care nu se schimbă starea de agregare a materialelor încărcate. La rîndul lor acestea se clasifică după operația tehnologică care se execută în cuptoare de topit oțel, fontă, metale și aliaje neferoase sau de încălzire pentru calcinare, pentru prăjire, în vederea deformărilor plastice sau tra-

Scanned with OKEN Scanner

tamentelor termice. După caracterul producției pot fi cu funcționare continuă sau intermitentă iar după agentul termic folosit pot fi cu flacără, obținută prin arderea combustibililor solizi, lichizi sau gazoși, sau electrice. După procedeul de transformare a energiei electrice în energie termică și după caracterul interacțiunii între zona de generare a căldurii și zona procesului tehnologic se clasifică în cuptoare cu arc și plasmă, cu rezistență și cu inducție. Elementele constructive de bază ale unui **C. M.** sînt: fundația, armătura și căptușeala. *Fundația* are rol de a transmite forțele de greutate ale întregii construcții asupra solului. Acestea nu trebuie să determine apariția presiunii asupra bazei fundației mai mari de 250 kPa. Forma geometrică a fundației diferă în funcție de construcția și dimensiunile cuptorului. Fundațiile se execută din cărămidă roșie (în soluri uscate), piatră brută sau, mai frecvent din beton și beton armat. Fundația trebuie protejată de umiditate, înconjurînd-o cu materiale hidroizolante, uscînd zona din jurul acesteia sau, în cazuri deosebite, cu cheson din oțel moale sau beton armat special de temperaturi înalte (peste 200°C), interpunînd între fundație și vatră un strat de material termoizolant. *Armătura* cuptorului se sprijină pe fundație și este de construcție metalică. Rolul său de bază este de a prelua eforturile care apar la dilatarea căptușelii refractare și de a constitui suport pentru instalațiile auxiliare. *Căptușeala cuptorului* constă din vatră, pereți și boltă. Acestea se execută din cărămizi (refractare, izolante sau asociate), așezate în diferite poziții și în anumite succesiuni în resturile dintre ele intercalîndu-se mortar. *Vatra* se amplasează direct pe fundație sau indirect, interpunînd între acestea profile laminate peste care se așază tablă sau direct tablă, pentru a preveni supraîncălzirea părții superioare a fundației. Se execută în straturi, în partea inferioară din cărămizi termoizolante iar în partea superioară din cărămizi refractare. Grosimea zidăriei vetrei variază de la 230 la 460 mm în cazul cuptoarelor de încălzire și ajunge chiar la 1200 mm în cazul cuptoarelor de topire Siemens-Martin. Pereții cuptoarelor de topire se fac adesea înclinați, cu grosime descrescîndă spre partea superioară, iar ai celor de încălzire numai verticali și de grosime constantă pe înălțime. Astfel, de exemplu, grosimea pereților ($g$) creuzetului de la furnal este de 1,6 m iar ai cuvei de 1,1 m. În toate cazurile pereții se zidesc cu două și, uneori, trei rînduri de cărămizi. Stratul spre interior, supus la temperaturi înalte ale metalului și zgurei lichide se zidește din cărămizi refractare iar stratul spre exterior din cărămizi izolante. Grosimea straturilor ($g_r$ și $g_i$) variază în funcție de regimul de temperatură și de dimensiunile cuptorului. La cuptoarele de încălzire cu flacără $g_r = 115-350$ mm și $g_i = 115-230$ mm, iar la cele încălzite electric $g_r = 65-113$ mm și $g_i = 113-350$ mm. Bolțile se execută arcuite (la $L \leqslant 4$ m) sau suspendate cu elemente metalice. Alături de elementele de bază **C. M.** mai pot cuprinde și elemente auxiliare: dispozitive pentru arderea combustibilului (arzătoare, injectoare, tuburi radiante); pentru valorificarea căldurii produselor de ardere (recuperatoare, regeneratoare, cazane recuperatoare) și echipament auxiliar (canale de fum și conducte, aparate de inversare a circuitului gazelor, registre, dispozitive de oprirea gazelor, coș de fum). **C. M.** actuale sînt agregate termice complexe care constau din cuptorul propriu-zis și instalații auxiliare. În cazul *cuptoarelor electrice cu arc și plasmă*, arcul electric

Scanned with OKEN Scanner

reprezintă o formă de transformare a energiei electrice în căldură. Între electrozi, de la catod la anod (aflați la mare diferență de potențial) ia naștere emisie termoelectronică. Trecerea electronilor prin gazul neutru dintre electrozi determină ionizarea acestuia și apariția coloanei arcului care reprezintă un amestec intens strălucitor de particule electrice (electroni și ioni, particule neutre, atomi și molecule) numit plasmă. Temperatura particulelor din coloana arcului este constantă și variază de la 3200 la 10 000°C iar intensitatea radiației 8000—9600 kW/m². Plasma are conductibilitate electrică și caracteristici magnetice înalte. Pe baza acestor principii s-au construit cuptoare cu arc cu acțiune directă (arcul se naște între un electrod și metalul de topit) sau indirectă (arcul se naște între doi electrozi aflați deasupra materialului de topit) și cuptoare cu plasmă. La *cuptoarele electrice cu inducție* transformarea energiei electrice în căldură se realizează prin amplasarea conductorului în cîmp magnetic variabil. Cîmpul determină apariția în conductor a curenților turbionari variabili, care se transformă în căldură. Mărirea cantității de căldură obținută prin inducție se poate realiza prin micșorarea rezistenței opuse fluxului magnetic, utilizînd conductoare (miezuri) magnetice și prin mărirea frecvenței curentului alternativ ce generează fluxul magnetic. Pe această bază s-au construit cuptoare cu miez de oțel, la frecvența normală a curentului (50 Hz) și cuptoare cu frecvență joasă ($50 < f < 100$ Hz), medie ($100 < f < 100\,000$ Hz) și înaltă ($f > 100\,000$ Hz). *Cuptoarele electrice cu rezistență* la care căldura este generată de corpurile solide de încălzit sau de topituri incluse în circuitul electric, se numesc generatoare cu încălzire directă iar cele la care căldura este generată de elemente speciale (rezistențe electrice), corpul de încălzit nefiind inclus în circuitul electric, se numesc generatoare cu încălzire indirectă. Comun tuturor cuptoarelor electrice este camera de lucru, în care se realizează procesul tehnologic și instalația electrică, ce cuprinde componente pentru transformarea energiei (transformator de tensiune, generator de înaltă frecvență) și de asemenea de pornire, distribuție, protecție și semnalizare.

*CUPTOR DE TOPIRE*, utilaj folosit pentru obținerea metalelor și aliajelor din minereuri și pentru topirea acestora în vederea obținerii proprietăților tehnologice necesare. În aceste cuptoare materialele își schimbă starea de agregare.

*Pentru extragerea fontei* se folosește → *furnalul* iar *pentru elaborarea oțelurilor* se folosesc cuptoare Siemens-Martin, →*convertizoare* și cuptoare electrice.

**cuptorul Siemens-Martin** este utilizat pentru elaborarea oțelurilor după procedeul Siemens-Martin. Cuptorul propriu-zis (fig. C. 51) format din vatră, peretele anterior, peretele posterior, bolta și canalele verticale se află amplasat deasupra platformei de lucru care la rîndul ei este amplasată la o înălțime de 6—7,5 m de la sol. În părțile laterale ale cuptorului propriu-zis sînt așezate capetele de ardere pentru arderea combustibilului gazos (gaz de cocserie, gaz metan, bigaz) sau lichid (păcură, motorină) cu aer preîncălzit. Pentru descărcarea oțelului din cuptor, vatra este prevăzută, sub peretele posterior, cu un orificiu de evacuare. În peretele anterior se găsesc amplasate ușile de încărcare prin care sînt introduse materiile prime, fondanții și alte adaosuri. La suprafață vatra are un strat din material refractar granular, numit monolit de uzură pentru a evita infiltrarea oțelului în interior. Admisia aerului și a combusti-

Scanned with OKEN Scanner

bilului gazos în capetele de ardere, precum și evacuarea gazelor arse din spațiul de lucru al cuptorului se face cu ajutorul canalelor verticale, la fiecare cap de ardere fiind prevăzute cîte două (unul pentru aer și altul pentru combustibilul gazos). Fiecare cuptor este dotat cu cîte două capete de ardere special construite pentru combustibil gazos sau combustibil lichid. Rolul capetelor de ardere este deosebit de important deoarece asigură arderea combustibilului și evacuarea gazelor arse. Cu ajutorul lor se obține și se reglează regimul termic necesar operației de elaborare a oțelului. Din punct de vedere constructiv se cunosc mai multe tipuri de capete de ardere (Moll, März și, cel mai răspîndit, capul de ardere tip Venturi). Sub platforma de lucru a cuptorului propriu-zis sînt dispuse camera de zgură, camerele regeneratoare, canalele colectoare, dispozitivele de inversare și coșul. La fiecare cap de ardere există o singură cameră de zgură, pentru a reține zgura antrenată cu gazele arse și două camere regeneratoare, una folosită la aer, cealaltă în cazul cînd se utilizează combustibil gazos. În interiorul lor, camerele regeneratoare conțin grătare din material refractar pentru a acumula căldura gazelor arse evacuate din cuptor și pentru a fi cedată aerului sau combustibilului gazos, grătare care din punct de vedere constructiv au diverse forme. Camerele regeneratoare pentru preîncălzirea aerului au dimensiuni mai mari decît camerele regeneratoare pentru gaz. Funcțio-

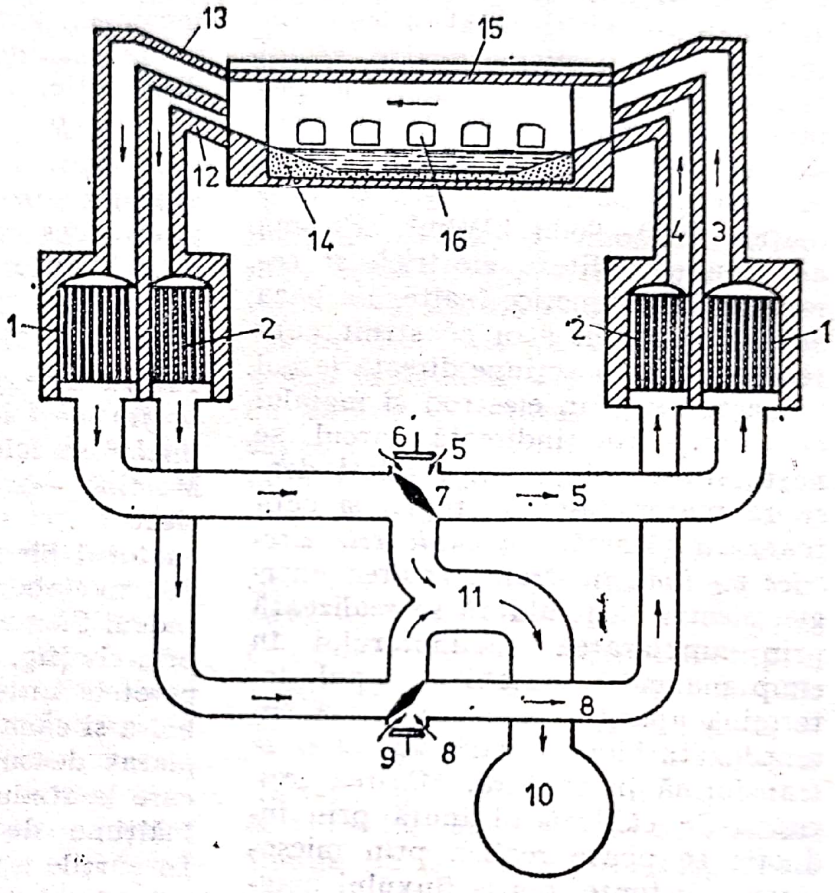



**Fig. C. 51. Cuptor Siemens-Martin :**

*1* — cameră regeneratoare pentru aer; *2* — cameră regeneratoare pentru combustibil gazos; *3*, *4* — canale verticale; *5* — aer; *6*, *9* — ventile de admisie; *7* — clapă de inversare; *8* — combustibil gazos; *10* — coș; *11* — gaze arse; *12*, *13* — capete de ardere; *14* — vatră; *15* — boltă; *16* — uși de încărcare.

narea camerelor regeneratoare este alternativă: cînd două dintre ele funcționează în regim de încălzire a combustibilului și aerului pentru ardere, gazele evacuate prin capetele de ardere opuse preîncălzesc celelalte două camere regeneratoare, după care circuitul de combustibil și aer se inversează. Schimbarea perioadei de lucru se face cu ajutorul dispozitivelor de inversare, care pot fi de tipul șuberelor, ventilelor sau în formă de fluture. Legătura între camerele regeneratoare și aparatele de inversare are loc prin intermediul canalelor colectoare. De la aparatele de inversare gazele arse sînt evacuate în atmosferă, folosindu-se în acest scop coșuri a căror înălțime, uneori depășește 100 m. În cazul utilizării de combustibili superiori (păcură, gaz metan), cuptorul Siemens-Martin este dotat numai cu două camere regeneratoare pentru preîncălzirea aerului și două canale verticale. Datorită temperaturii de lucru mai înalte de 1700°C, la construcția cuptorului se folosesc cărămizi cu refractaritate ridicată, pe bază de magnezită, șamotă, silice (cărămizi silica), dolomită și cromomagnezită. În scopul creșterii producției de oțel fără a mări prea mult cheltuielile de investiții și pentru a micșora consumul specific de căldură, s-a trecut treptat la mărirea dimensiunilor **c. S.-M.**, ajungîndu-se astfel la cuptoare cu capacități de producție din ce în ce mai mari, pînă la 900 t. La un cuptor cu o capacitate de 800 t oțel la o șarjă, suprafața băii metalice ajunge la cca 150 $m^2$ și o adîncime medie de aproximativ 1,3 m. Prin creșterea capacității cuptoarelor, consumul specific de căldură a fost redus de la $5{,}88 \cdot 10^6$ kJ/t lingou la cca $2{,}94 \cdot 10^6$ kJ/t lingou, în cazul cuptoarelor mari și mijlocii. Mărind conținutul de oxigen la 30—35% din aerul pentru arderea combustibilului, s-a obținut o creștere a vitezei de încălzire a încărcăturii metalice de la 40—45°C/h la 60—80°C/h. La toate aceste performanțe se adaugă și utilizarea oxigenului suflat în perioada de afinare, care permite în continuare o creștere a productivității cuptorului cu 15—20% și o scădere a consumului specific de combustibil cu 10—15%.

**cuptorul Siemens-Martin cu două vetre,** (fig. C. 52), este prevăzut cu două vetre care funcționează independent una față de cealaltă. Procedeul de elaborare stabilit prevede ca perioada de topire să se facă concomitent cu perioada de afinare (în timp ce într-o vatră are loc afinarea, în cealaltă

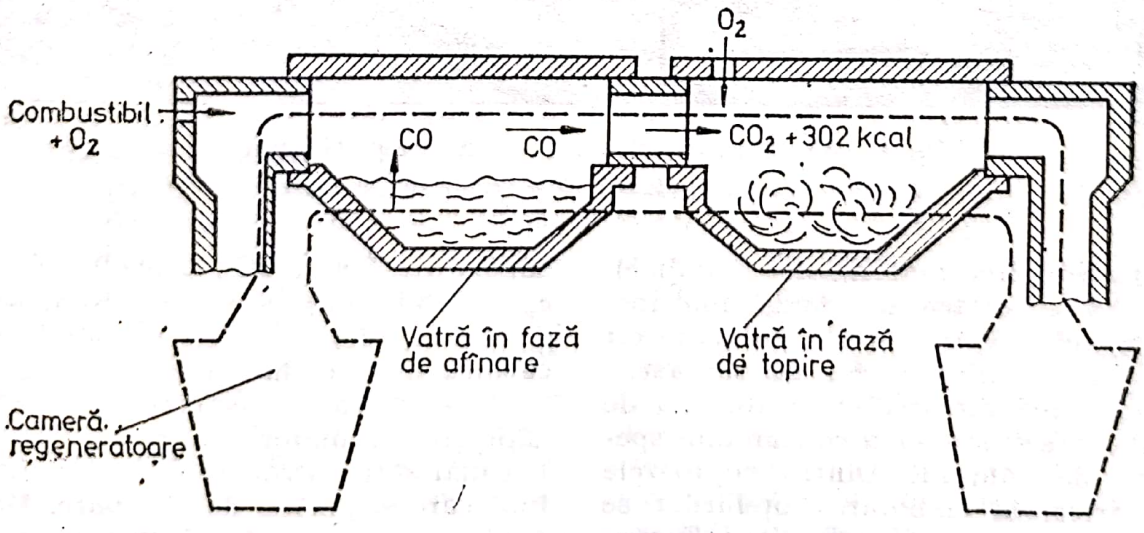
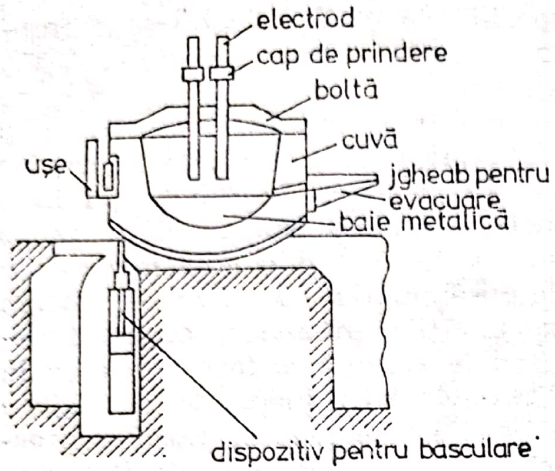



Fig. C. 52.




**cuptorul electric cu arc tip Héroult,** (fig. C. 53), este cuptor electric cu arc trifazat, cu vatră electric neconducătoare, avînd pentru fiecare fază cîte un electrod. Arcul electric se formează între cei trei electrozi și baia metalică, din care motiv poartă denumirea de *cuptor electric cu acțiune directă*. Procedeul de elaborare a fost inițiat de P. Héroult, în anul 1902, care a elaborat prima șarjă într-un cuptor, cu o capacitate de 2,2 t. Cuptorul este constituit din vatră, pereți, boltă, dispozitive mecanice, și echipament electric. Vatra cu baia metalică, pentru un

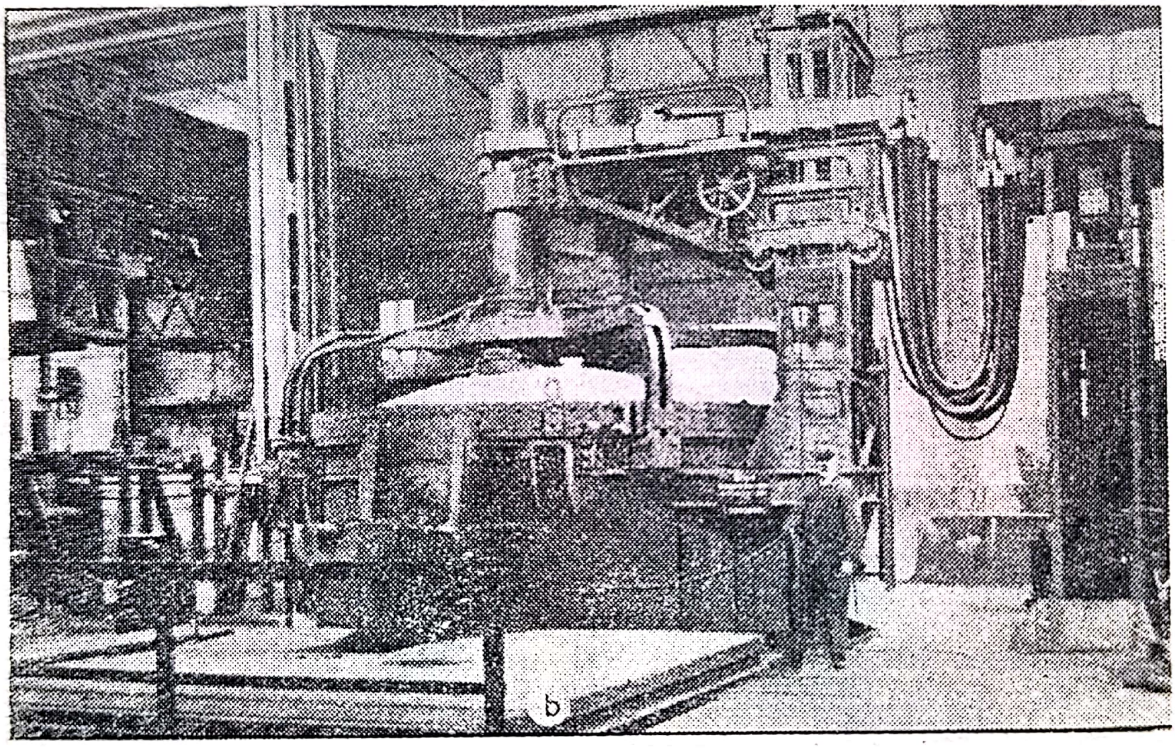



**Fig. C. 53.** Cuptor electric cu arc tip Héroult:
*a* — secțiune longitudinală; *b* — vedere de ansamblu.

se face topirea materialelor metalice). La toate acestea se adaugă folosirea oxigenului atît pentru combustie cît și pentru afinare. Se obține astfel micșorarea remarcabilă a duratei de elaborare și scăderea consumului specific de căldură. Dintre cuptoarele electrice, la elaborarea oțelurilor se utilizează cuptoare cu arc și inducție.

cuptor de 200 t ($\Phi_b = 6960$ mm și $h_b = 1480$ mm), are fund drept sau de forma unei calote sferice și este alcătuită dintr-o manta metalică ($g = 12-30$ mm) care, în interior este căptușită cu material refractar. Acestea mai sînt prevăzute cu ușă pentru încărcare și jgheab de evacuare. Majoritatea cuptoarelor electrice sînt

căptușite cu cărămizi bazice, deci și zgura sub care se face elaborarea este bazică. Bolta este executată din cărămizi de silica sau de cromomagnezită și se sprijină pe o armătură metalică inelară, numită și inelul bolții. Ea este prevăzută cu trei deschizături prin care pătrund electrozii. Fiecare electrod (la cuptor de 200 t, $\Phi_e = 710$ mm) este legat la un braț numit port-electrod, prin intermediul unui dispozitiv circular numit cap de prindere. Capul de prindere a electrodului este compus din trei segmenți, unul fix și doi mobili, articulați și strînși cu șurub. Deplasarea portelectrozilor poate fi făcută cu un cărucior sau cu sistem telescopic. Cu ajutorul capului de prindere se face transmiterea curentului electric, prin cablu, de la transformator la electrod. Din acest motiv capul de prindere este izolat electric de portelectrod. Basculare a cuptorului electric se realizează cu dispozitive hidraulice sau electromecanice. Elaborarea oțelurilor cuprinde aceleași perioade ca și în cazul procedeului Siemens-Martin. La începutul elaborării pentru un cuptor de 200 t capacitate se lucrează cu $U = 6000 - 10000$ V ($I = 43000$A), iar după topire cu $U = 110 - 600$ V. Cerințele tot mai mari de oțeluri speciale au determinat larga răspîndire a cuptoarelor electrice, astfel că în ponderea oțelurilor obținute în acest tip de cuptoare electrice reprezintă peste 18% din producția mondială de oțel. În prezent se află în funcțiune cuptoare electrice de 250—300 și chiar 400 t oțel la o șarjă. Prin utilizarea oxigenului în perioada de afinare s-a obținut creșterea substanțială a productivității și scăderea consumului specific de energie electrică. La cuptoarele mici suflarea oxigenului se face manual, cu țeavă de oțel consumabilă introdusă în baie. Pentru cuptoarele de mare capacitate se folosesc lănci răcite cu apă și cu acționare mecanică. Se mai practică folosirea oxigenului și pentru accelerarea procesului de topire a pieselor grele de fier vechi. Pe lîngă avantajele care rezultă din punct de vedere al calității oțelurilor elaborate, cuptorul se remarcă prin construcție simplă, funcționare și conducere fără probleme deosebite.

**cuptor electric cu arc tip Girod,** (fig. C. 54), variantă a cuptorului tip Héroult, este folosit pentru elaborarea metalelor sau aliajelor, în special, pentru elaborarea oțelului, arcul electric formîndu-se între electrozii montați în bolta și vatra cuptorului. Pentru curentul alternativ monofazat cuptorul era prevăzut cu un electrod de grafit în boltă și doi electrozi metalici, răciți cu apă, în vatră. În cazul curentului alternativ trifazat se utilizează trei electrozi de grafit montați în boltă, asemănător cuptorului electric tip Héroult, însă cu vatră bună conducătoare de electricitate. În prezent, asemenea cuptoare se folosesc rar.

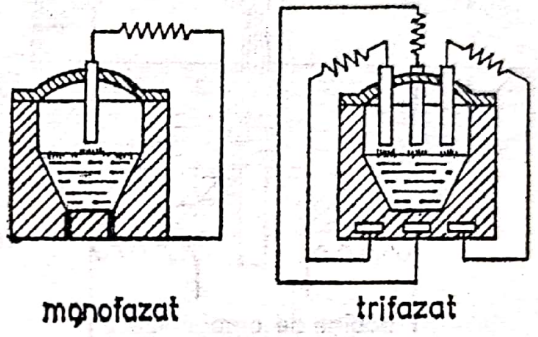



**Fig. C. 54.**

**cuptorul de topire cu plasmă,** (fig. C. 55), variantă a cuptorului electric cu arc, este folosit pentru elaborarea oțelurilor de înaltă calitate. Plasma generată în amestec de argon și hidrogen sau numai în argon, este concentrată pentru creșterea energiei acesteia în cîmp magnetic. Instalația de generare și concentrare

a plasmei se numește *plasmotron*. Pentru elaborarea oțelurilor se poate folosi un plasmotron contraanod, catodul fiind confecționat din wolfram și prevăzut cu o duză de gaz răcită cu apă. Cuptorul este dotat cu trei

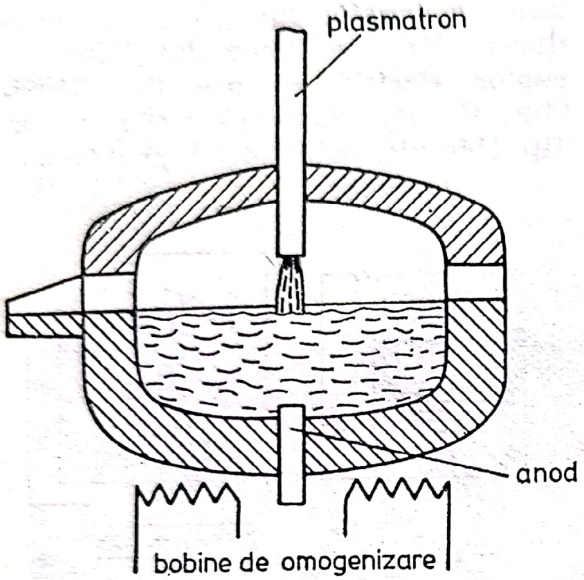



**Fig. C. 55.**

plasmotroane care intră în cuptor prin boltă, iar sub vatră, cu bobine pentru agitarea băii metalice în scopul omogenizării acesteia. În perioada de topire plasma e generată în amestec de argon și hidrogen, iar în perioada de afinare numai în argon. În prezent, se pot topi lingouri de 150 kg din aliaje refractare, de 500—1000 kg din oțeluri de rulmenți și de 3—5 t din oțeluri de construcție speciale sau oțeluri inoxidabile, folosind 4—6 plasmotroane de 160—2800 kW.

**cuptorul electric cu inducție, cu creuzet,** (fig. C. 56), este folosit în general, pentru elaborarea metalelor sau aliajelor, cu ajutorul curenților de inducție. Operațiile necesare procesului de elaborare au loc într-un creuzet construit, de obicei, din materiale refractare acide. În acest scop, creuzetul este înconjurat la exterior cu țeavă de cupru, sub formă de spire, prin interiorul căreia circulă apă pentru răcire. Se formează astfel inductorul sau circuitul primar a transformatorului al cărui circuit secundar este reprezentat de încărcă-

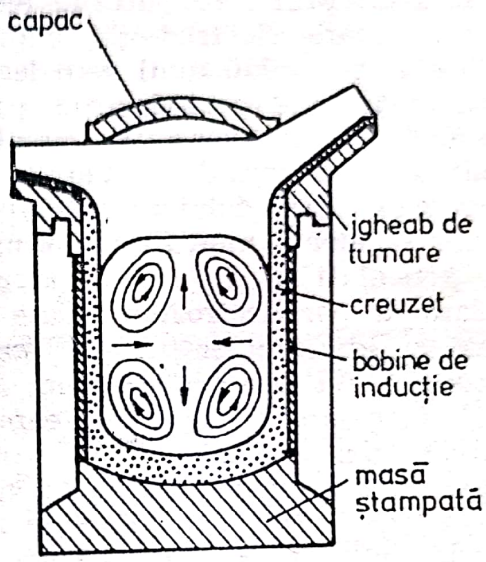



**Fig. C. 56.**

tura metalică (indusul). Creuzetul și inductorul sînt montați pe o carcasă metalică pusă în legătură cu un dispozitiv de basculare, în vederea evacuării aliajului în stare lichidă. În cazul elaborării unor oțeluri aliate, creuzetul se confecționează din materiale refractare bazice. Cuptorul poate funcționa cu un curent avînd frecvența obișnuită de la rețea sau chiar puțin mai mare, 100—150 Hz (cuptor de joasă frecvență) sau cu o frecvență cuprinsă între 500 și 2000 Hz (cuptor de frecvență medie). La o frecvență a curentului electric de 10 000—30 000 Hz se mai utilizează și denumirea de cuptor de înaltă frecvență. La elaborarea oțelurilor în cuptorul de inducție de acest tip nu se poate efectua operația de afinare, acesta servind mai mult pentru retopire. În timpul topirii pot avea loc totuși, unele reacții de oxidare, cu ajutorul oxigenului

adus de fierul vechi. După topire se îndepărtează zgura și se face dezoxidarea mai întîi cu ferosiliciu urmată de introducerea feroaliajelor sau a resturilor de electrozi, pentru corectarea compoziției chimice, după care se dezoxidează cu feromangan. Se mai menține oțelul în cuptor o perioadă scurtă de timp, pentru corectarea temperaturii, după care se evacuează. Oțelul elaborat conține puține incluziuni nemetalice și are o compoziție chimică și o structură omogene. Aceste tipuri de cuptoare ajung la o capacitate de cca 20 t și sînt destul de utilizate în prezent. Pentru *elaborarea feroaliajelor* se folosesc cuptoare electrice cu arc tip Héroult, similare cu cele folosite la elaborarea oțelurilor. Procesele au loc cu consum mare de căldură datorită reacțiilor endoterme, deci cu consum mare de energie electrică (11 000—36 000 kJ/kg față de 1 400—1 750 kJ/kg la elaborarea oțelurilor); se lucrează cu intensități mari de curent (max. 56 000 A), deci la tensiuni mari.

Pentru *topirea, respectiv, elaborarea fontelor în vederea turnării* se folosesc: → *cubiloul*, cuptoare electrice și cuptorul rotativ cu flacără. Cuptoarele electrice pot fi: cu arc, cu acțiune directă sau indirectă și cu inducție.

**cuptorul cu arc, cu acțiune directă** pentru elaborarea fontelor este *cuptor de tip Héroult* (0,5—60 t).

**cuptorul cu arc, cu acțiune indirectă,** (fig. C. 57), este folosit pentru elaborarea fontelor sau aliajelor neferoase și mai puțin pentru elaborarea oțelurilor cu ajutorul unui arc electric format între electrozii de grafit, așezați orizontal deasupra încărcăturii metalice. Materialele sînt topite prin radiația căldurii de către arcul electric. De obicei, arcul electric se formează între doi electrozi legați la o sursă de curent continuu.

**cuptorul electric cu inducție, cu miez,** (fig. C. 58), se bazează pe inducția electromagnetică, fiind prevăzut în acest scop cu un miez de oțel moale. Formarea curentului secundar este ușurată atunci cînd după fiecare turnare se oprește în cuptor o cantitate de aliaj (pînă la 50% din capacitatea

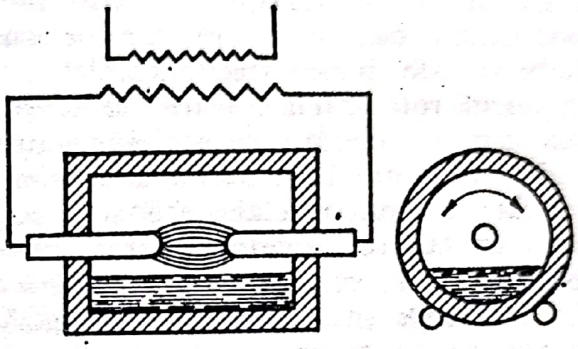


Fig. C. 57.

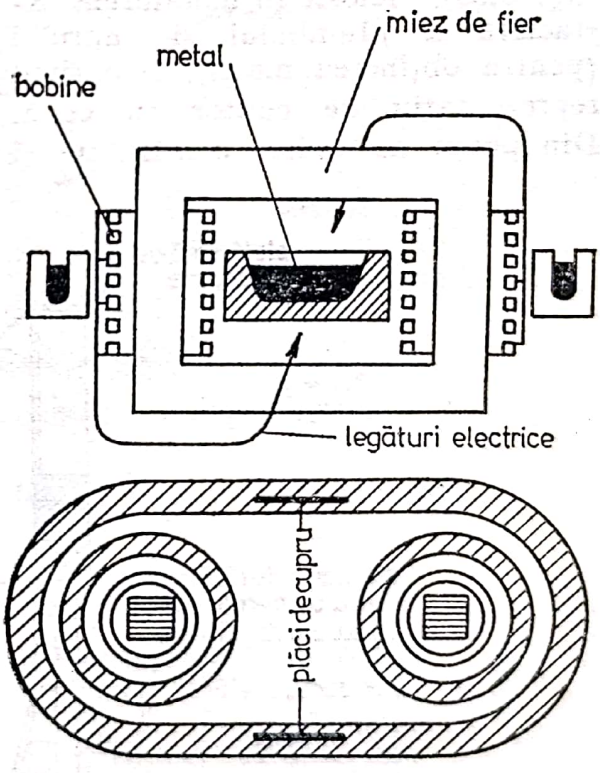



Fig. C. 58.

cuptorului). Are dezavantajul că funcționează la un factor de putere scăzut ($\cos \varphi = 0$, $\cos \varphi = 0{,}3—0{,}6$).

Scanned with OKEN Scanner

Se utilizează din ce în ce mai rar și în cazul oțelurilor dure folosind în încărcătură fier vechi sortat. Este un cuptor de retopire și corectare a compoziției chimice. Frecvența curentului electric variază de la 50—60 Hz pentru cuptoarele de capacitate mică, la 5 Hz în cazul cuptoarelor cu o capacitate de 8 t. Din acest motiv astfel de cuptoare fac parte din categoria cuptoarelor cu inducție de joasă frecvență.

**cuptorul rotativ cu flacără** se aseamănă cu cel electric cu arc și acțiune indirectă, numai că la încălzirea încărcăturii pentru elaborare se folosesc arzătoare sau injectoare.

Pentru *extragerea metalelor și aliajelor neferoase* în general se utilizează cuptoare de topire cu cuvă sau cu vatră.

**cuptorul cu cuvă Watter-Jacket,** (fig. C.59), folosit în metalurgia extractivă a plumbului și cuprului (pentru obținerea matei), este tipul reprezentativ de cuptor cu cuvă. Din punct de vedere constructiv și funcțional acesta este asemănător furnalului. Are secțiunea circulară sau dreptunghiulară (la capacitate mare) și se compune din trei părți principale: cuva, etalajul și creuzetul. Etalajul este prevăzut cu elemente de răcire speciale, numite Watter-Jacket de unde și numele cuptorului. Creuzetul și cuva sînt căptușite cu materiale refractare. La creuzet se disting trei orificii de evacuare pentru: zgură, mată și metal. Pentru extragerea plumbului cuptorul este dotat cu un antecreuzet. Încărcarea materiilor prime și fondanților se face pe la partea superioară, prin intermediul unor uși glisante sau cu ajutorul unui dispozitiv prevăzut cu două clopote (asemănător furnalului). Tot la partea superioară se află orificii pentru evacuarea gazului. Aerul necesar arderii cocsului este debitat de suflante printr-o conductă inelară, de unde se repartizează în cuptor prin mai multe guri de insuflare. La extragerea plumbului, alături de aglomerat obținut din

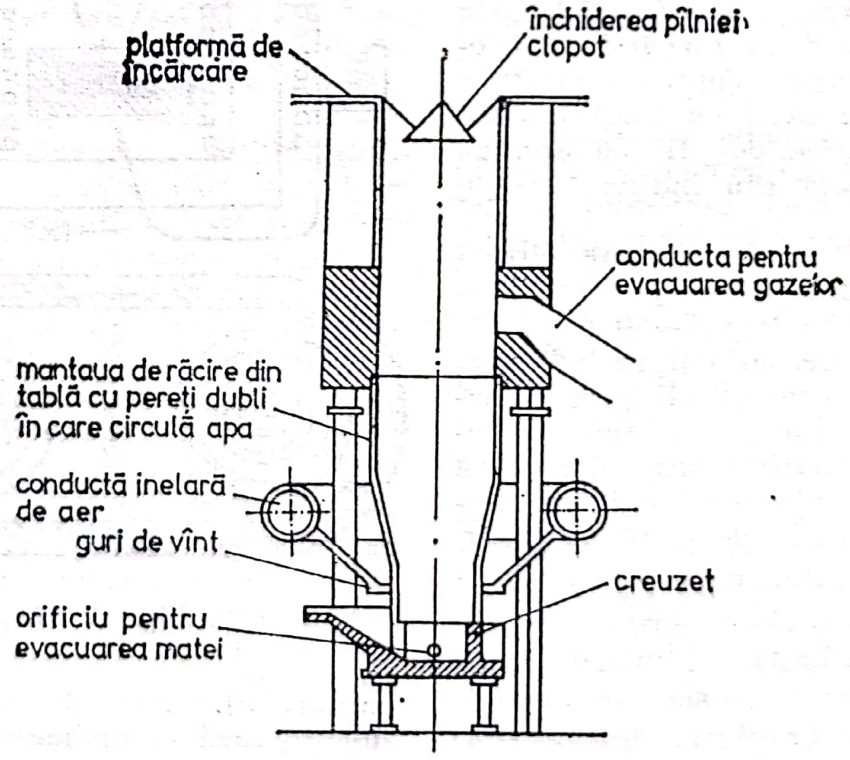



**Fig. C. 59.**

minereu de plumb și cocs, în cuptor se încarcă și fondant (cuarțit). Cuarțitul împiedică reducerea fierului din oxizii de fier, prin formarea de silicat de fier care trece în zgură. Ca și furnalul funcționează continuu și gazele circulă în contracurent față de fluxul de materiale. Tot cuptor cu cuvă este și cel folosit în cadrul procedeului I.S.P. din metalurgia → *zincului*.

**cuptorul de topire cu vatră,** (fig. C.60), are vatră orizontală, care se sprijină pe o fundație fixată la sol. Vatra cuprinde spațiul de lucru, în care se realizează procesul tehnologic, respectiv baia metalică. Topirea încărcăturii se poate face prin încălzire cu flacără sau electric. Cuptorul este prevăzut cu orificii pentru evacuarea topiturilor rezultate în cursul elaborării. Sînt utilizate, în special, la topirea concentratelor prăjite din cupru sau nichel, pentru obținerea matei, la rafinarea termică a unor metale (cupru, plumb etc.) și în diferite alte operații din metalurgia extractivă neferoasă. *Cuptorul cu reverberație*, (fig. C.61), cu vatra puțin înclinată, este folosit la elaborarea unor metale neferoase; flacăra nu este dirijată direct pe suprafața băii metalice, ci trece deasupra ei, încălzind și bolta. Camera de ardere este prevăzută cu un prag pentru dirijarea corespunzătoare a flăcării. Încălzirea are loc atît cu căldura gazelor de ardere cît și cu căldura restituită prin radiație de boltă. Cuptorul cu reverberație este

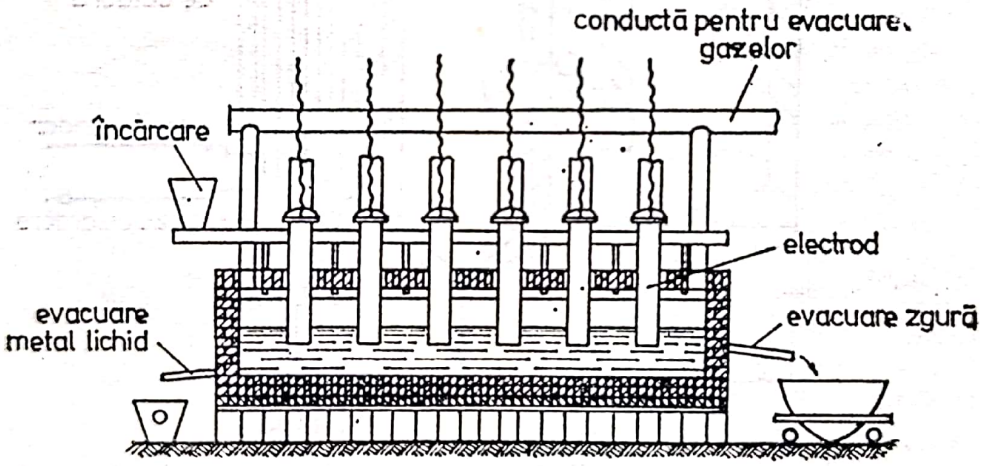



**Fig. C. 60.**

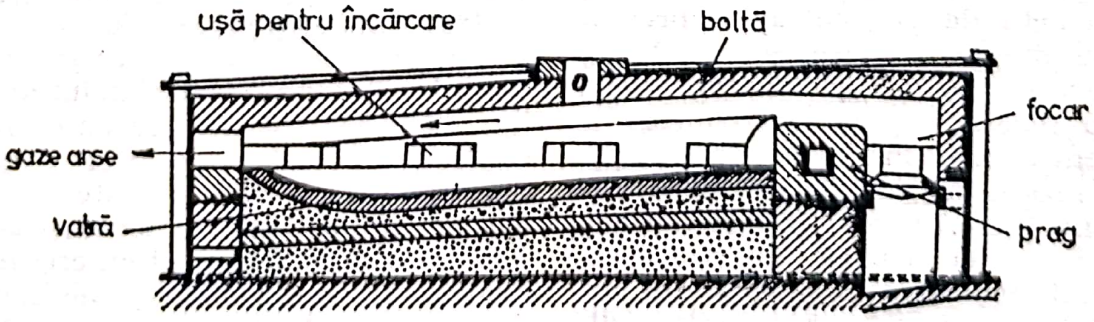



**Fig. C. 61.**

prevăzut cu uși laterale pentru introducerea încărcăturii și cu un orificiu de evacuare a topiturii.

**cuptorul de topire în suspensie,** (fig. C.62), este un cuptor de construcție specială folosit în metalurgia extractivă neferoasă, în cazul concentratelor sulfuroase pulverulente. Acesta constă dintr-o cameră de topire cilindrică verticală, în care particulele de concentrat împreună cu produsele de ardere capătă o mișcare turbionară (ciclonată), avînd loc o reacție rapidă de reducere a concentratului în suspensie. Topitura rezultată cade fie într-un creuzet, fie într-o cameră de decantare, amplasate la partea inferioară a camerei de topire. La acest tip de cuptor se folosește aer preîncălzit într-un recuperator de căldură cu care este dotat. Pentru topire se poate folosi combustibil solid, lichid sau gazos.

Un caz particular de cuptor folosit în metalurgia neferoasă este *cuptorul cu creuzete* tip Birkengang (→ *zinc*).

Pentru *elaborarea aliajelor neferoase* în vederea turnării în forme se folosesc, în general, cuptoare cu creuzet.

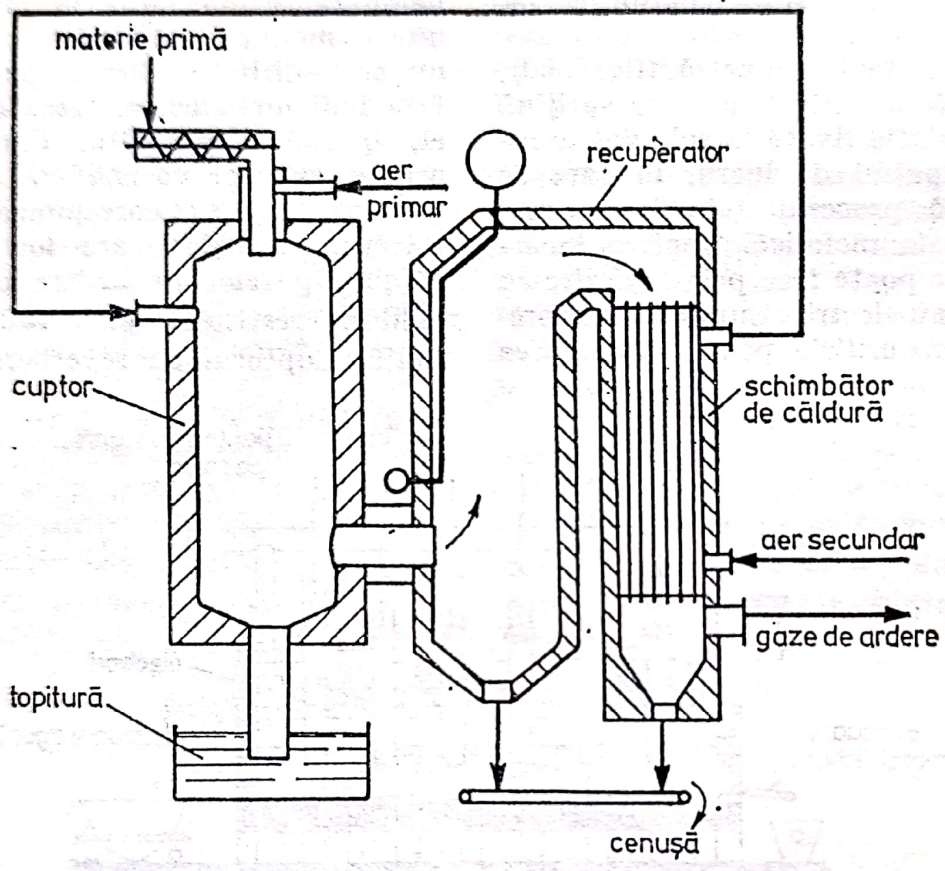



Fig. C. 62.

**cuptorul cu creuzet,** (fig. C.63), este un cuptor în care elaborarea materialului metalic lichid se realizează într-un recipient special numit *creuzet*. Evacuarea materialului metalic elaborat pentru turnare, din creuzet, se realizează prin scoaterea creuzetului cu un clește special (cuptor fix) sau prin bascularea cuptorului (cuptor basculant cu creuzet). Pentru elaborarea aliajelor de cupru și nichel se folosesc creuzete de grafit (rezistă 20—50 șarje) carborund sau șamotă; aluminiu-grafit

sau fontă refractară (50—100 șarje); magneziu-oțel (turnat sau deformat); zinc, staniu, plumb, aliaje ușoare—fontă sau oțel. Încălzirea cuptorului, respectiv creuzetului, se realizează cu combustibili solizi (cocs), lichizi (țiței), gazoși (gaz metan) sau electric. La folosirea combustibililor solizi

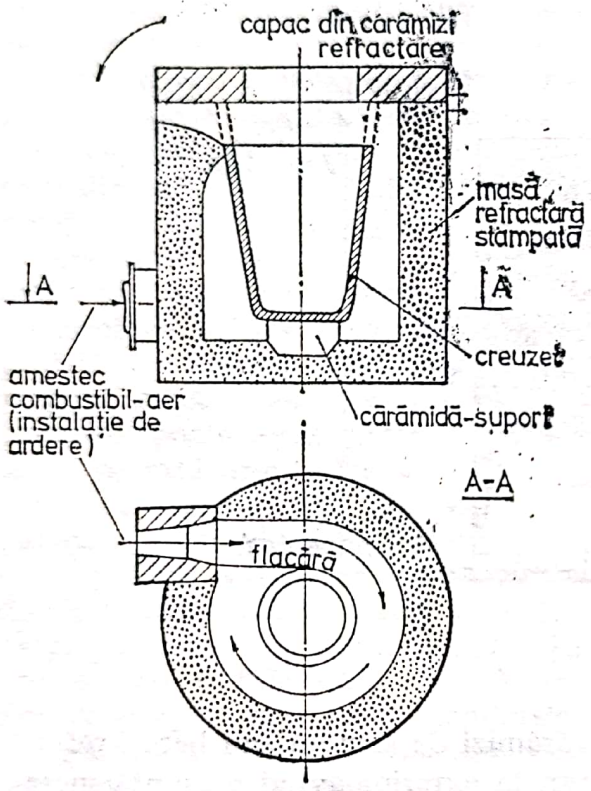



**Fig. C. 63.**

cuptoarele sînt fixe, prevăzute cu instalații de evacuare a produselor de ardere. În cazul folosirii combustibililor lichizi sau gazoși s-au construit cuptoare cu creuzet de diferite tipuri, pentru îmbunătățirea randamentului termic, scurtarea duratei de elaborare și evitarea contactului între gazele de ardere și suprafața metalului lichid, ca, de exemplu, utilizarea a două arzătoare montate tangențial, la 180° sau înălțarea creuzetului pînă la contactul cu partea inferioară a capacului. Încălzirea electrică a creuzetului (capacitate, 300—3 000 kg) cu rezistențe (pentru topirea aliajelor de Al și Mg) la putere nominală 40—400 kW și tensiune nominală 3 × 380 V permite obținerea temperaturii de 850°C, în timp de 2—4 h, cu pierderi prin ardere de 1—1,5%. Încălzirea electrică prin inducție a încărcăturii se poate realiza cu curenți de joasă (pînă la 100 Hz), medie (pînă la 100 000 Hz) și înaltă ( > 100 000 Hz) frecvență, la elaborarea aliajelor (alame, bronzuri, aliaje de Al) utilizîndu-se joasă și medie frecvență. Cuptoarele cu creuzet se utilizează în special la elaborarea aliajelor neferoase și în unele cazuri pentru tratamente termice. Pentru elaborarea bronzurilor și alamelor se pot folosi cuptoare electrice rotative cu arc cu acțiune indirectă, similar cu cel prezentat la cuptoarele pentru elaborarea oțelurilor.

*CUPTOR DE ÎNCĂLZIRE*, utilaj în care se realizează încălzirea materialelor fără schimbarea stării lor de agregare, pentru calcinare, uscare, creșterea plasticității înainte de deformare plastică sau schimbarea în sens favorabil a structurii acestora (tratamente termice). Calcinarea nu este operație tehnologică caracteristică în metalurgie. *Prăjirea minereurilor* se realizează în *cuptoare de prăjire* care pot fi de diferite tipuri.

**cuptorul de prăjire cu vatră mobilă (Telleroffen)** se utilizează la prăjirea concentratelor neferoase. Este alcătuit dintr-o vatră care se rotește pe un anumit număr de role și un braț fix amplasat în dreptul orificiului de descărcare. Brațul este prevăzut cu dinți, care prin înclinarea lor produc agitarea și mișcarea materialului de la centru spre exterior (spre orificiul de descărcare). Instalația de ardere este dispusă în partea opusă orificiului de evacuare a materialului prăjit.

**cuptorul de prăjire cu vetre polietajate,** (fig. C.64), utilizat la prăjirea minereurilor și, în special, a concen-



Scanned with OKEN Scanner

tratelor neferoase, are forma unui turn cilindric prevăzut cu 6—16 vetre fixe suprapuse, de formă inelară, străbătute axial de un tub central, care susține rigid deasupra fiecărei vetre 2—4 brațe prevăzute cu palete. Vetrele au orificii prin care materialul cade de pe o vatră pe alta. Pe vetrele cu număr impar, orificiile sînt situate lîngă tubul central, iar pe vetrele cu număr par lîngă perete. Tubul central este rotit de un motor electric prin intermediul unui reductor. La partea superioară cuptorul are o vatră deschisă, amplasată în afara spațiului de lucru, destinată uscării materialului proaspăt încărcat cu ajutorul agentului oxidant. Materialul încălzit suferă mai întîi procese de disociere, apoi pe vetrele inferioare unde temperatura este mai mare, se aprinde, sulfurile transformîndu-se în funcție de destinația concentratului în sulfuri inferioare, sulfați sau oxizi. Acest tip de cuptor necesită încălzire exterioară numai pînă în momentul începerii oxidării, în continuare procesul desfășurîndu-se pe baza căldurii degajate prin arderea sulfului din minereu.

**cuptorul de prăjire în strat fluidizat** se folosește la prăjirea diferitelor sorturi de minereuri sau concentrate, în special a celor sulfuroase. Este prevăzut cu un spațiu de lucru cilindric vertical, fiind construit din cărămizi de șamotă sau beton refractar, la exterior avînd o manta metalică. La partea inferioară a cuptorului se găsește o vatră, prevăzută cu o serie de orificii uniform distribuite, pe toată suprafața sa. Concentratul umed introdus în cuptor, este adus sub formă de suspensie de aerul suflat prin vatra perforată a cuptorului. După amorsarea reacției de oxidare, procesul decurge fără sursă exterioară de căldură. Cînd înălțimea stratului ajunge în dreptul orificiului de evacuare, concentratul prăjit curge prin orificiu (așa cum curge un lichid). Gazele rezultate, bogate în $SO_2$, sînt captate, epurate de praf și folosite la fabricarea acidului sulfuric.

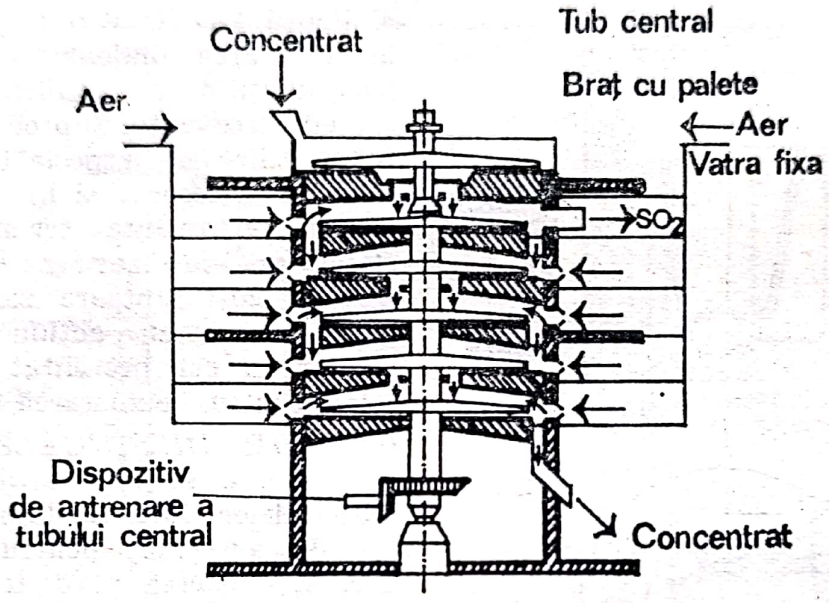



Fig. C. 64.

**cuptorul de prăjire rotativ** este utilizat la prăjirea minereurilor de fier.

Este format dintr-un cilindru de tablă, ușor înclinat față de orizontală (2—3°) și căptușit cu cărămidă refractară. Diametrul interior al cuptorului variază între 2—4 m, iar lungimea de la 40 la 100 m. Materialul se alimentează pe la partea superioară a cuptorului, iar evacuarea se face pe la celălalt capăt. Pentru prăjire se folosește combustibil gazos, care se introduce în cuptor printr-un arzător central și prin arzătoare laterale, montate longitudinal pe mantaua cuptorului. Cu aceste arzătoare se realizează o temperatură și o compoziție dorită a gazelor, în orice zonă a cuptorului, obținîndu-se o acțiune oxidantă sau reducătoare.

**cuptorul de prăjire vertical cu cuvă,** utilizat în special pentru prăjirea magnetizantă a minereurilor de fier (siderite) poate avea secțiunea circulară, patrată sau rotundă. Alimentarea cu minereu brut se face pe la partea superioară a cuptorului, procesul prăjirii avînd loc în trei zone distincte ale acestuia: zona superioară de preîncălzire, zona mijlocie de prăjire și zona inferioară de răcire. Pentru prăjire se folosește combustibil gazos și adaos de combustibil solid în încărcătură sau numai combustibil gazos. Temperatura de ardere în aceste cuptoare atinge în zona de prăjire valori de 800—900°C, iar la ieșire, gazele au aproximativ 150°C. Materialul evacuat în zona inferioară a cuptorului are o temperatură de 80—120°C.

*Uscarea* se aplică materialelor granulare (minereu, fondanți, nisip de turnătorie etc.) sau formelor și miezurilor de turnătorie, instalația folosită în acest scop fiind *cuptorul de uscare.*

Pentru *materialele granulare* se folosesc cuptoare de uscare cu tambur rotativ sau în strat fluidizat.

**cuptorul de uscare cu tambur rotativ,** (fig. C.65), se folosește în special pentru uscarea nisipurilor de turnătorie. Nisipul umed se încarcă pe la partea superioară și se evacuează uscat pe la partea inferioară. Uscarea nisipului se realizează prin contactul cu tamburul rotativ, încălzit cu o instalație destinată acestui scop. Tamburul rotativ are suprafața de uscare mărită prin prezența unor nervuri. Procesul de uscare este continuu, capacitatea maximă de uscare fiind de 300 kg/h.

**cuptorul de uscare în strat fluidizat** se folosește pentru uscarea materialelor granulare (în special, a nisipurilor de turnătorie). În fig. C.66 se prezintă schema instalației, din care rezultă funcționarea și bilanțul termic. Nisipul umed din siloz este dirijat cu ajutorul unui distribuitor vibrator pe grătarul camerei de uscare. Uscarea se realizează cu ajutorul aerului sub presiune debitat de un ventilator, încălzit cu flacără de combustibil lichid sau gazos. Aerul sub presiune, încălzit, străbate grătarul cu duze de distribuție a aerului, apoi nisipul, ținîndu-l în stare de suspensie în aer, realizînd în acest fel uscarea. Nisipul uscat intră prin preaplin în camera de răcire cu aer comprimat; după ce străbate nisipul aerul comprimat intră în ciclon (unde particulele de nisip antrenate se depun) și, apoi, se evacuează. Nisipul uscat, din camera de răcire și din ciclon, se depune pe o bandă transportoare care îl dirijează la destinație. Capacitatea de uscare a instalației depinde de umiditatea $W$ a nisipului de uscat și variază de la 5 t/h pentru $W = 3\%$ $H_2O$ la 2 t/h pentru $W = 50\%$ $H_2O$.

Pentru *uscarea formelor și miezurilor pentru turnătorii* se folosesc următoarele tipuri de cuptoare de uscare:

**cuptorul de uscare-conveior** (fig. C. 67), se folosește pentru uscarea prin încălzire cu combustibil lichid sau gazos a miezurilor mici și mijlocii în producție de serie mare și de masă.

Scanned with OKEN Scanner

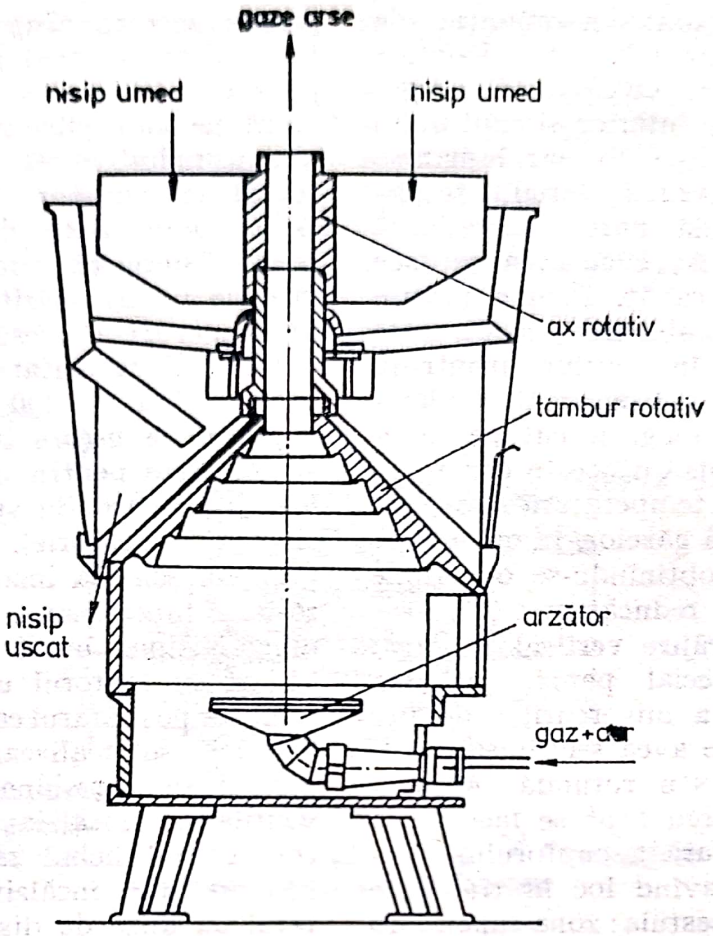



Fig. C. 65.

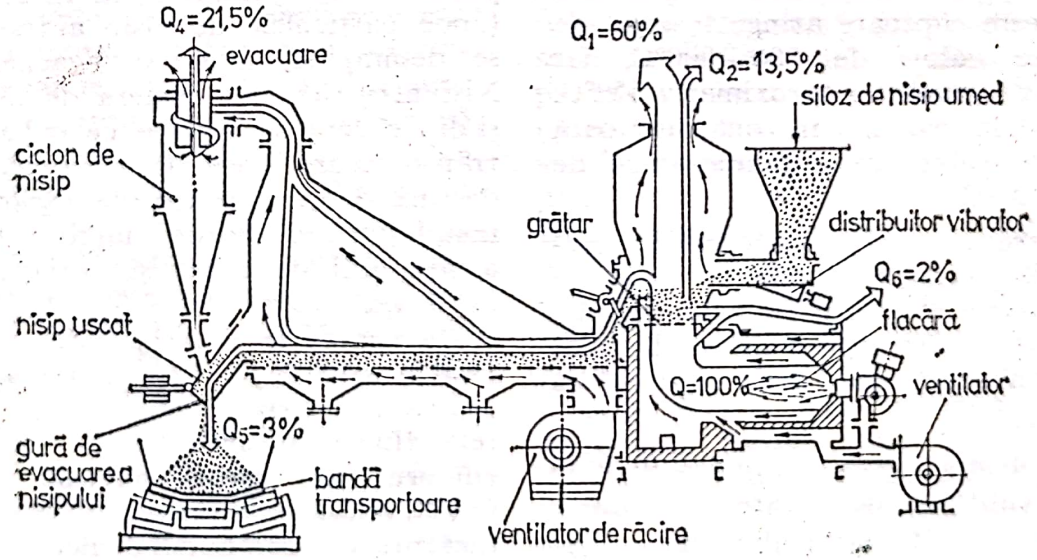



Fig. C. 66.

Scanned with OKEN Scanner

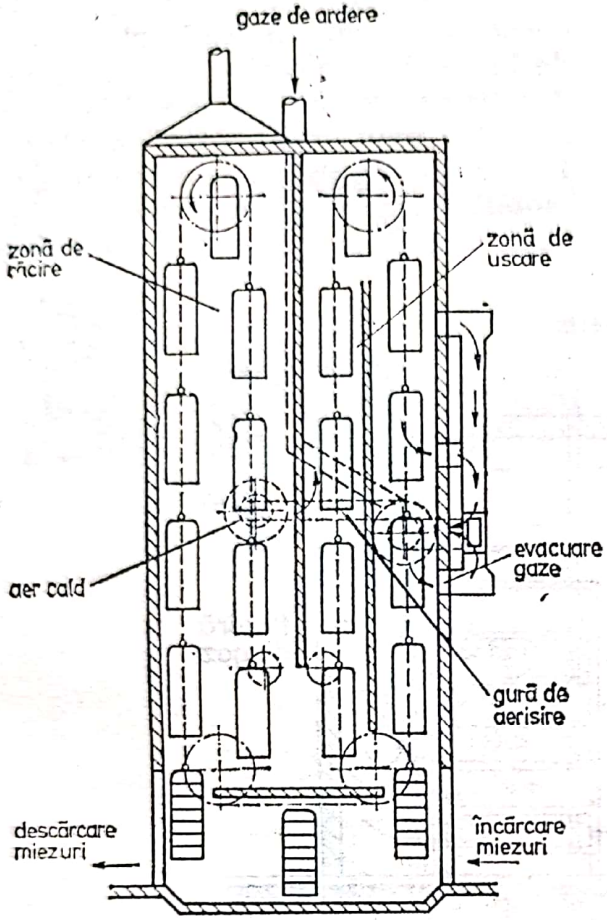



**Fig. C. 67.**

**cuptorul de uscare cu cameră,** (fig. C. 68), folosește combustibil lichid sau gazos pentru uscarea formelor și miezurilor mari de turnătorie.

**cuptorul de uscare cu etajere,** (fig. C.69), realizează uscarea la ~ 350°C a miezurilor mici și mijlocii pentru turnătorii. Încălzirea se realizează cu combustibili solizi, lichizi, gazoși sau electric. Miezurile se așază pe etajere, care se încarcă și se descarcă pe o platformă așezată pe un cărucior.

**cuptorul de uscare cu rafturi,** (fig. C.70), se folosește pentru uscarea la ~ 250°C a miezurilor mici pentru turnătorii. Poate fi cu rafturi rabatabile și cu rafturi rotative. Realizează capacități de 100—350 kg/h.

**cuptorul de uscare transportabil,** (fig. C.71), se folosește pentru uscarea formelor și miezurilor care nu pot fi introduse în agregatele de uscare existente din cauza gabaritelor mari și a imposibilității de transport. Se folosesc la uscarea formelor de dimensiuni mari sau a formelor executate în solul turnătoriei. Încălzirea se realizează cu combustibili solizi, lichizi, gazoși sau cu energie electrică.

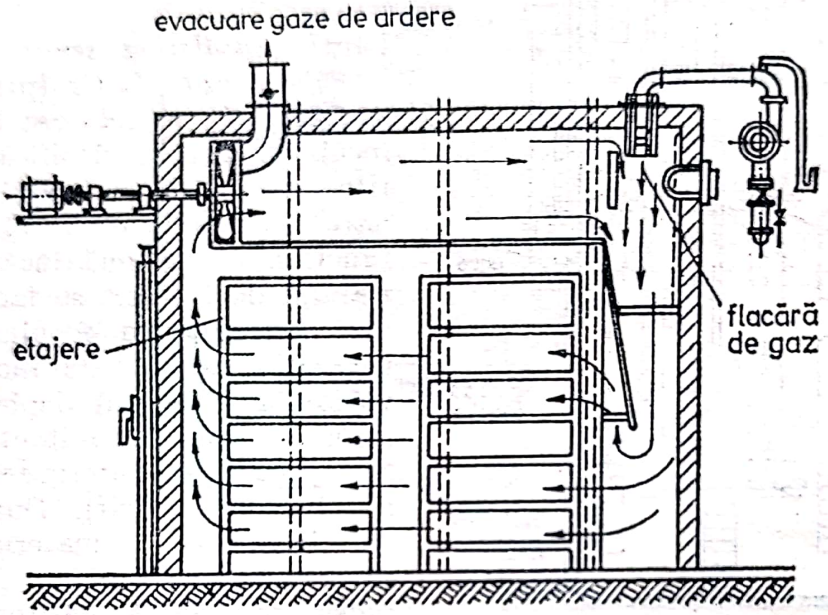
Pentru *încălzirea semifabricatelor ce se deformează plastic* (prin laminare sau forjare) se folosesc cuptoare de încălzire care se clasifică după diferite criterii. După modul de funcționare cuptoarele de încălzire sînt cu funcționare continuă (încărcarea materialului de încălzit se face continuu, fără întreruperea focului, temperatura din camera de încălzire fiind variabilă în sensul deplasării materialului) sau intermitentă (introducere și evacuare intermitentă a materialului de încălzit). După mijlocul de deplasare a materialului prin camera de încălzire pot fi: cu propulsie, cu vatră pășitoare rulantă sau rotitoare, cu tragere, cu lanțuri. După direcția de evacuare a materialului încălzit cuptoarele de încălzire pot fi: cu evacuare pe sus (adînci), laterală sau frontală. După mijlocul de protecție la încălzire sînt: cu clopot sau cu creuzet. După vatră cuptoarele de încălzire pot fi cu vatră fixă, mobilă sau deplasabilă.

Pentru *încălzirea lingourilor din oțel* pînă la temperatura de laminare (1 200—1 250°C) se folosește cuptorul adînc.

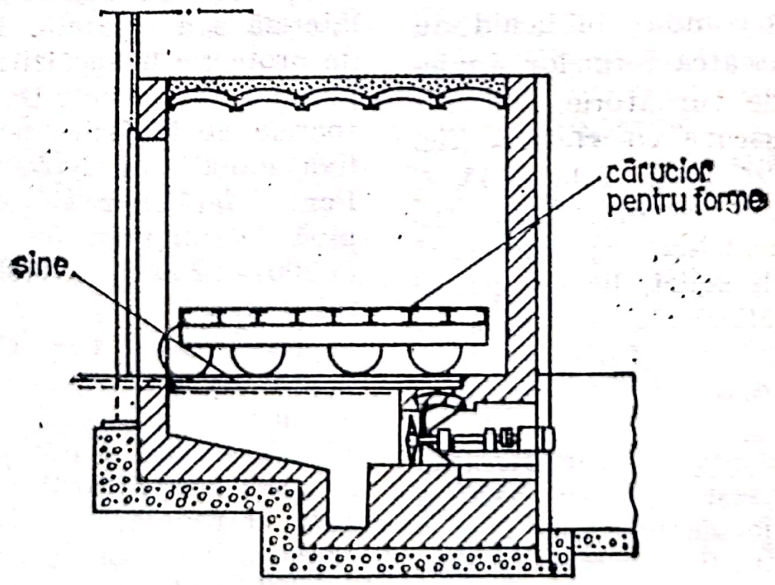
**cuptorul adînc,** (fig. C.72), prezintă o serie de avantaje: poziția verticală a lingourilor asigură încălzire mai rapidă și mai uniformă a lingoului, înlătură posibilitatea deplasării retasurii și ușurează transportul, încărcarea și descărcarea acestora. Lingourile introduse în cuptor pot avea temperatura mediului ambiant sau pot fi calde (700—1 000°C), atunci cînd sînt utilizate imediat după soli-

Scanned with OKEN Scanner

dificarea lor în lingotieră. Cuptoarele se amplasează în cadrul secțiilor de laminoare degrosisoare deoarece, lingourile de oțel după încălzire se prelucrează în laminoare bluming sau slebing. Pe vatra de încălzire lingourile se așază în poziție verticală, sistem care asigură încălzirea rapidă și uniformă a metalului. **c. a.** se construiesc sub nivelul platformei de lucru, iar operațiile de încărcare-descărcare se fac pe verticală, cu ajutorul unui pod rulant cu clește. În acest scop bolta cuptorului este mobilă, acționată mecanic. Încălzirea lingourilor se poate face într-o




uscător de miezuri mici și mijlocii cu cameră




uscător de forme mari

**Fig. C. 68.**

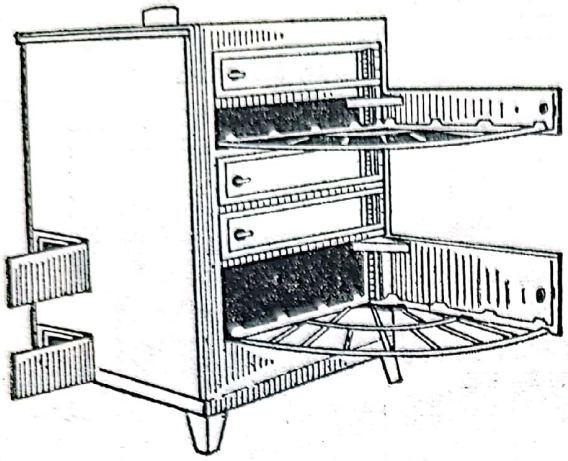


Fig. C. 69.

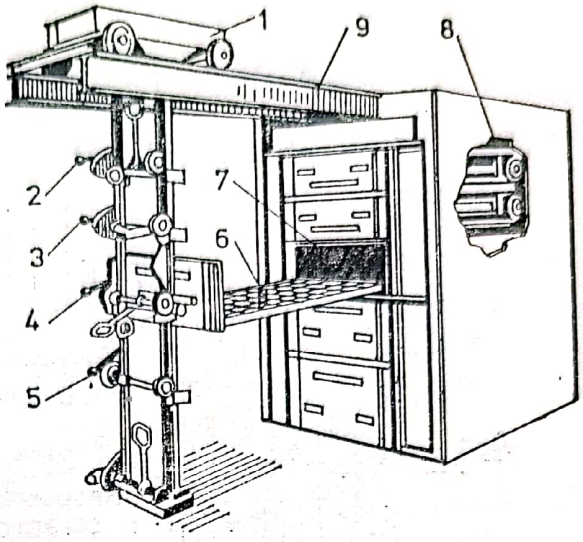
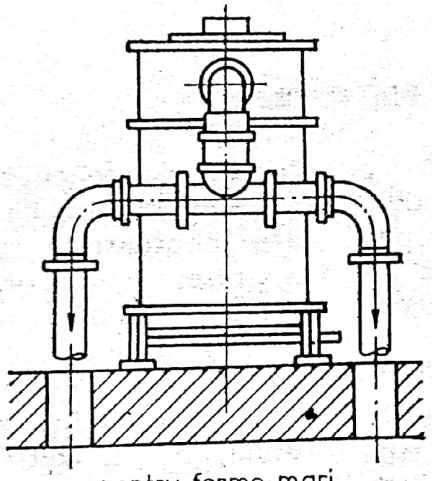
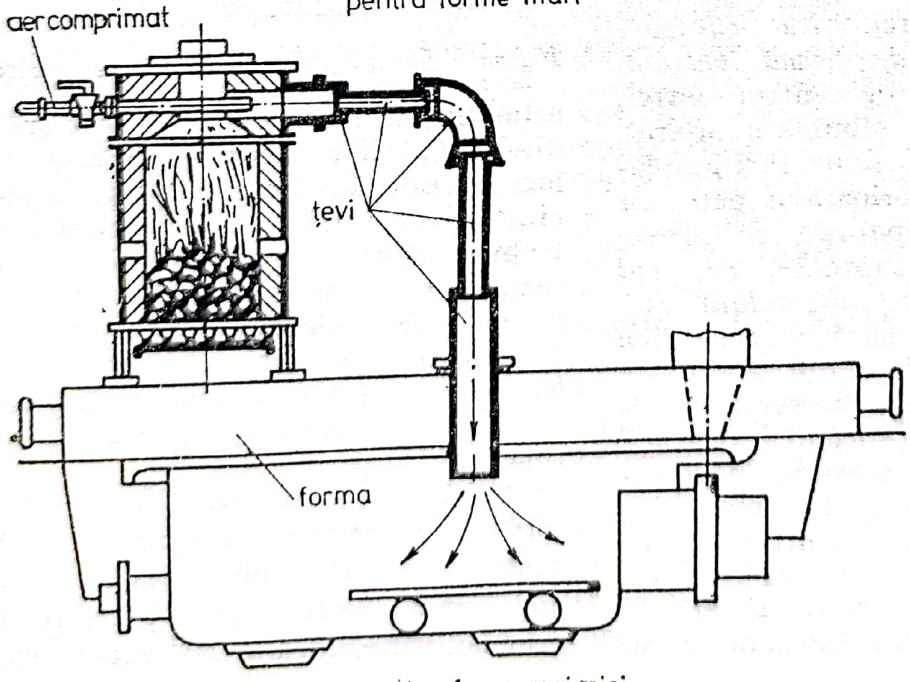



Fig. C. 70.



pentru forme mari




pentru forme mai mici

Fig. C. 71. ⟵

Scanned with OKEN Scanner

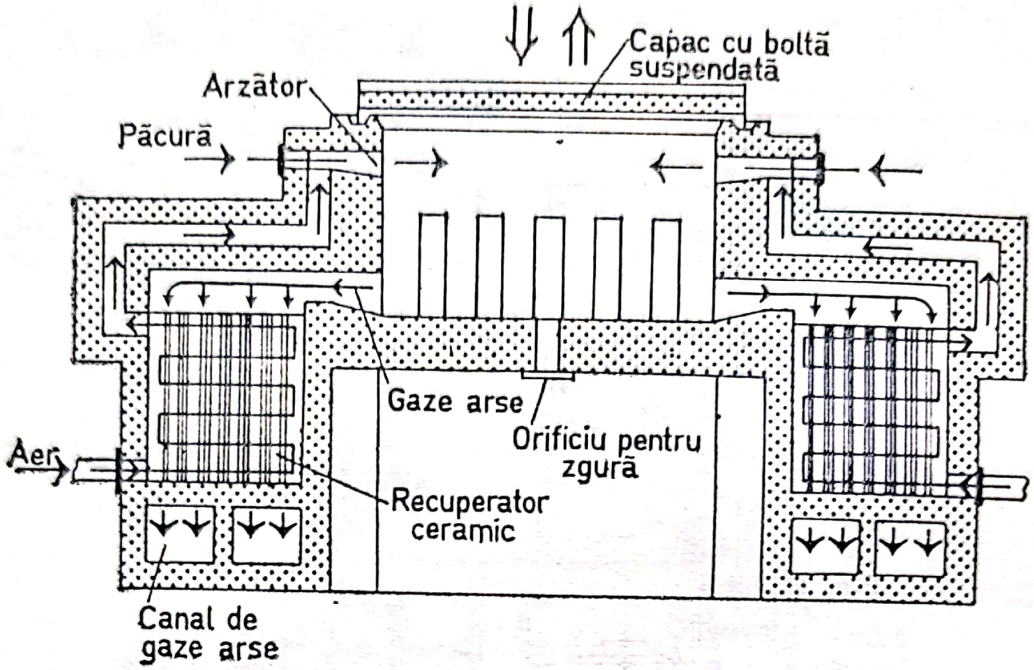



**Fig. C. 72.**

singură cameră, de dimensiuni mari, sau în mai multe camere (celule), despărțite între ele pe la partea superioară. *Cuptoarele adînci celulare* se utilizează pentru lingouri mici. Baza cuptorului poate fi circulară, pătrată sau dreptunghiulară. *Cuptoarele adînci cu vatră circulară* realizează încălzirea cu flacără tangențială, între zid și lingouri, gazele arse evacuîndu-se prin centrul vetrei. *La cuptoare adînci cu vatră de formă patrată*, arzătorul se află în centrul vetrei, iar gazele arse sînt eliminate lateral, cu ajutorul unor deschizături amplasate la partea inferioară a pereților verticali. În comparație cu aceste două tipuri de cuptoare, *cuptorul adînc cu vatra dreptunghiulară* este mai perfecționat. Încălzirea se face cu unul sau mai multe arzătoare amplasate sub bolta camerei de încălzire. Camera este suficient de adîncă încît flacăra trece deasupra lingourilor, iar gazele arse sînt evacuate pe la partea inferioară, printr-o deschizătură așezată sub arzător. Datorită circulației gazelor, se mai numesc *cuptoare cu flacără întoarsă*. **c. a.** sînt prevăzute cu regeneratoare sau cu recuperatoare de căldură. Majoritatea cuptoarelor care se construiesc în prezent sînt dotate cu recuperatoare de căldură. Gradul de acoperire al cuptoarelor reprezintă raportul dintre suprafața ocupată de lingouri, $S_n$, în timpul încălzirii și suprafața totală, $S_t$, a vetrei cuptorului de încălzire. Se calculează cu relația: $R_u = \frac{S_u}{S_t} \cdot 100, \%$. Gradul de acoperire este un indicator pentru verificarea dimensionării cuptoarelor și are valori ce variază între 33 și 42%. Capacitatea de încălzire a acestor cuptoare trebuie să fie corelată cu capacitatea de elaborare a cuptoarelor de la secția de oțelărie.

Pentru *încălzirea blumurilor și slebur*ilor se folosesc cuptoare cu propulsie, cu vatră pășitoare și cu vatră rulantă.

**cuptorul cu propulsie,** (fig. C.73), este cu funcționare continuă, fiind destinat încălzirii semifabricatelor sau lingourilor mici în vederea prelucrării prin laminare, forjare sau extrudare.

Este avantajos din punct de vedere al productivității și al consumului specific de căldură. Tendința de mărire a lungimii semifabricatelor limitează mult posibilitățile de dezvoltare și în viitor a acestui tip, locul

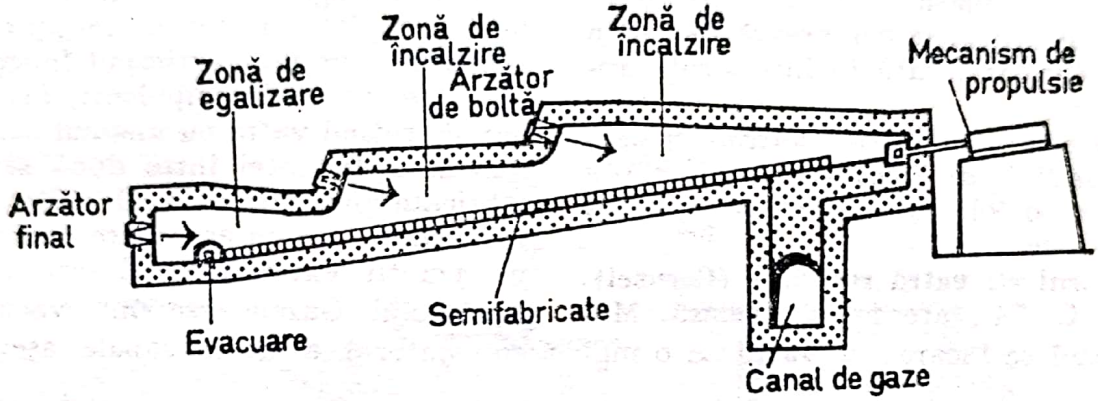



Fig. C. 73.

lor fiind luat de cuptoarele cu vatră păşitoare. Denumirea sa se datorează faptului că deplasarea materialelor pe vatra cuptorului se face prin acționare mecanică cu ajutorul unui dispozitiv de împingere (propulsie). Ca urmare, semifabricatele se încarcă în zona cu temperatura cea mai joasă, avansează în contracurent față de gazele arse, ajungînd treptat la temperatura de deformare plastică. La aceste cuptoare încălzirea metalului poate fi unilaterală, numai de sus sau concomitent și de jos. În primul caz, vatra cuptorului este monolitică orizontală sau înclinată și se execută din cărămidă refractară. La cuptoarele cu încălzire bilaterală (și pe la partea inferioară) deplasarea semifabricatelor, în interiorul cuptorului, se face pe țevi speciale răcite cu apă. În funcție de temperatură, de-a lungul cuptorului se disting în principal trei zone: zona de preîncălzire a materialului la 650—800°C, zona de încălzire unde semifabricatele ajung la temperatura de prelucrare (1150—1250°C) și zona de egalizare care urmărește uniformizarea temperaturii în toată masa materialului. Pentru a obține o încălzire rațională a materialului, capacitatea termică a cuptorului trebuie să fie repartizată în felul următor: 10—15% în zona de preîncălzire, 30—40% în zona de încălzire și 55—60% în zona de egalizare. Pentru evacuarea materialelor, **c. cu p.** sînt prevăzute cu dispozitive de evacuare laterală sau frontală. Avînd funcționare continuă au un consum relativ redus de combustibil și productivitate mare.

**cuptorul cu vatră păşitoare** este caracterizat prin faptul că materialul este deplasat sacadat, cu ajutorul unui transportor cu traverse păşitoare. Cu toate că la aceeași productivitate este mai scump decît cel cu propulsie are mare răspîndire datorită unor avantaje pe care le prezintă față de acesta atît în exploatare (se elimină problema curățirii țunderului din cuptor, se asigură îndepărtarea mai ușoară a semifabricatului din cuptor, reglarea mai elastică a vitezei de deplasare a acestora în cuptor, micșorarea pierderilor prin ardere la suprafața metalului) cît și prin posibilitatea asigurării unei intensități mult mai mari de încălzire.

**cuptorul cu vatră rulantă (pe role)** este frecvent utilizat la semifabricatele turnate continuu datorită sistemului cel mai optim de transport, pentru încălzirea sleburilor relativ subțiri (cu grosime de 100—150 mm) și cu lungimi mari (peste 60 m). Vatra este deplasabilă prin montare pe un vagonet ce se deplasează pe o cale de rulare instalată în interiorul cuptorului.

Pentru *încălzirea semifabricatelor pentru secțiile de laminarea țevilor sau roților* se folosește cuptorul cu vatră rotitoare.

**cuptorul cu vatră rotitoare (Carusel),** (fig. C. 74), are formă inelară. Materialul se încarcă pe vatră cu o macara specială, unde rămîne fix, fiind trecut prin rotirea vetrei, prin toate zonele necesare de încălzire. După o rotație completă a vetrei, materialul se evacuează printr-o ușă amplasată în vecinătatea ușii de încărcare. Ca urmare, durata de încălzire trebuie să fie egală cu timpul unei rotații complete a vetrei cuptorului. Deplasarea vetrei, în timpul funcționării, se face prin impulsuri, fiecare impuls rotind vatra cu unghiul corespunzător distanței între două semifabricate alăturate (cca 10—12°). Încălzirea are loc cu arzătoare montate pe pereții exteriori și interiori ai cuptorului. Gazele arse sînt evacuate cu ajutorul a două canale așezate

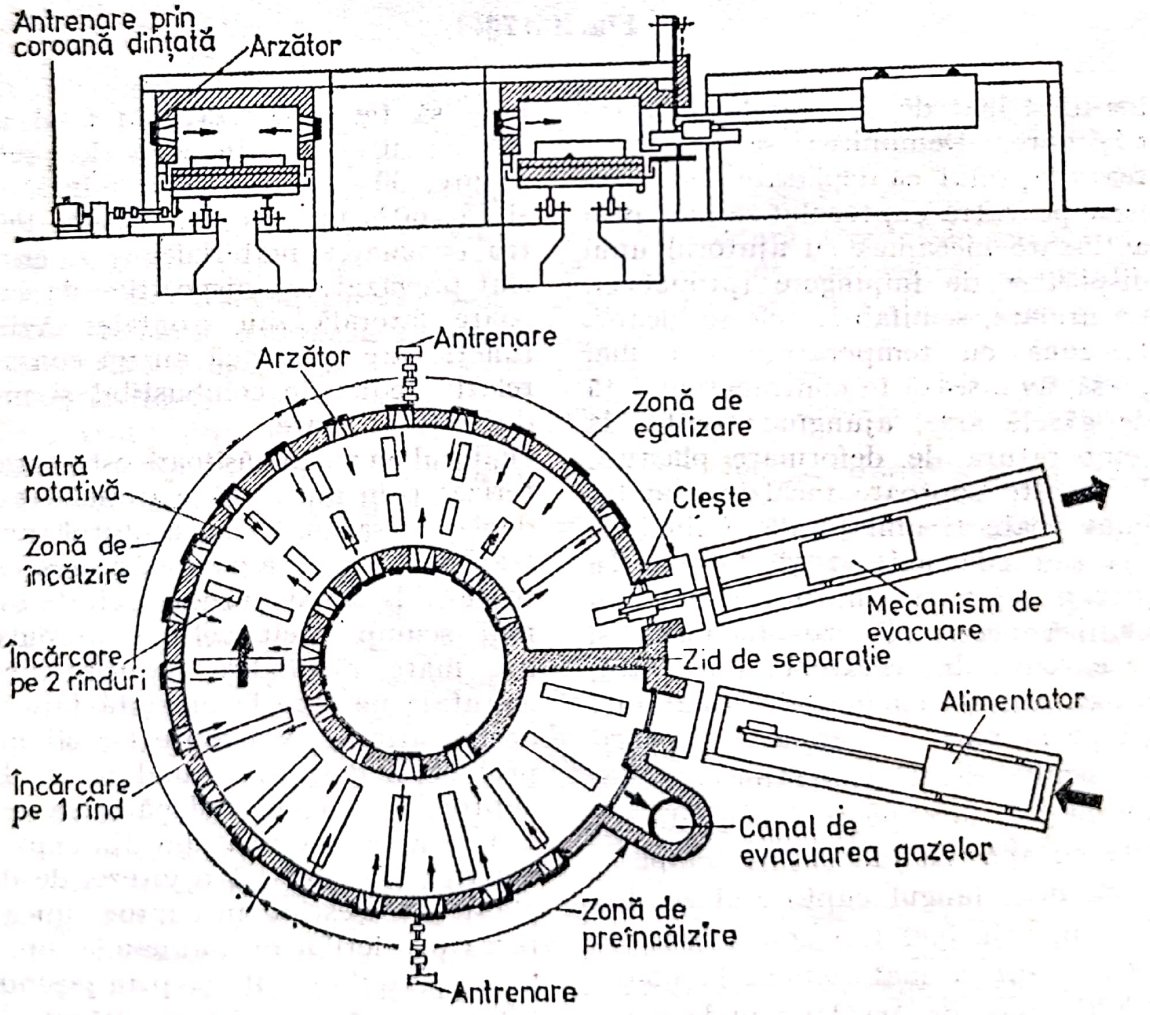



Fig. C. 74.

unul în fața celuilalt, lîngă ușa de încărcare.

Zonele termice din cuptor sînt despărțite prin pereți suspendați la partea superioară. Repartizarea temperaturilor în interiorul cuptorului este următoarea: 850—1000°C în zona de

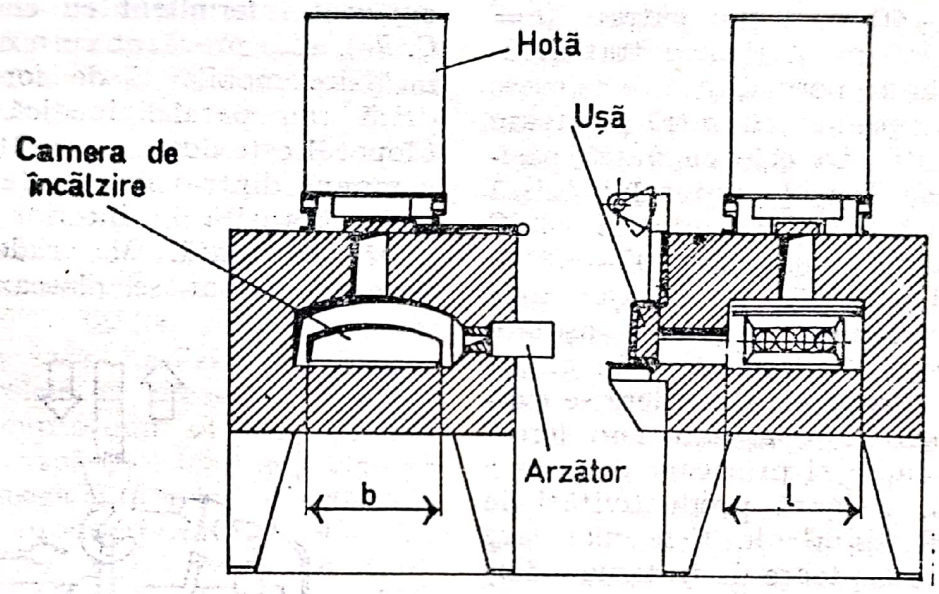



**Fig. C. 75.**

preîncălzire, 1250—1350°C în zona de încălzire și 1250°C în zona de egalizare. Pentru mcșorarea consumului specific de căldură, cuptoarele carusel sînt prevăzute cu recuperatoare de căldură, amplasate în canalele de fum și cu ajutorul cărora se preîncălzește aerul folosit la combustie.

Pentru *încălzirea semifabricatelor în vederea forjării* se utilizează cuptorul cu cameră.

**cuptorul cu cameră,** (fig. C.75), funcționează intermitent și este prevăzut cu o cameră unde are loc operația de încălzire cu gaze rezultate din arderea unui combustibil lichid sau gazos. Camera de încălzire servește în același timp și drept cameră de ardere a combustibilului. Atmosfera cuptorului exercită asupra metalului o acțiune oxidantă și decarburantă. Ca urmare, pe suprafața materialului încălzit se formează un strat superficial de oxid de fier (țunder). După felul de încărcare a semifabricatelor se disting *cuptoare cu vatră fixă*, pentru materiale de dimensiuni mici, și *cuptoare cu vatră mobilă*, pentru semifabricate grele și cu lungimi mari. Încărcarea se face manual sau semimecanizat.

Pentru *tratamentul termic al produselor laminate* (profile, table, țevi etc.) la cald sau la rece se folosesc cuptoare cu funcționare continuă sau intermitentă. După natura sursei de căldură acestea se clasifică în electrice sau cu flacără, iar după temperatura maximă a spațiului de lucru în cuptoare cu temperaturi înalte (peste 1000°C), mijlocii (650—1000°C)

Scanned with OKEN Scanner

și joase (sub 650°C). Profilele laminate se recoc sau se normalizează. Pentru recoacere se folosesc cuptoare intermitente la care semifabricatele se încarcă pe vatră deplasabilă sau cu mașină de încărcare (încărcătura, 15—20 t). Uneori se utilizează cuptoare cu clopot, încălzite cu tuburi radiante, cu atmosferă controlată. În mod obișnuit în aceste cuptoare se supun la recoacere profile rotunde ($\Phi = 30—60$ mm) sau pătrate ($l = 120—180$ mm). Pentru tratamentul termic de normalizare se folosesc cuptoare continue cu vatră pășitoare sau rulantă. La cele cu vatră pășitoare de-a lungul cuptorului există două zone: de încălzire pînă la 900°C și de răcire pînă la 300—400°C. Cuptorul se încălzește cu gaz, prin intermediul unor arzătoare așezate la distanțe uniforme pe lungimea acestuia. Produsele de ardere se evacuează sub hote așezate sub ferestrele de lucru și prin canale speciale în boltă. Asigură productivități de 400—450 kg/m² · h. Cele mai larg răspîndite cuptoare de tratament termic al profilelor laminate sînt cele cu vatră rulantă. Cuptorul intermitent are vatră deplasabilă montată pe un vagonet ce se deplasează pe o cale de rulare instalată în interiorul și exteriorul cuptorului. Șinele de cale ferată laminate se supun tratamentului termic de normalizare, recoacere izotermă la 500—600°C și revenire. Normalizarea șinelor se realizează în cuptoare cu vatră rulantă. Pentru recoacere izotermă se folosesc cuptoare cu lanțuri și cameră de ardere a combustibilului gazos aflată sub vatră sau deasupra bolții. Cuptorul cu lanțuri este continuu, deplasarea materialului prin camera de încălzire realizîndu-se cu ajutorul unui transportor cu lanț. Produsele de ardere intră în spațiul de lucru al cuptorului prin orificii speciale, încălzesc șinele de pe vatra rulantă și ies în exterior, prin fereastra de încărcare și descărcare, prin coșul metalic de fum. Lungimea cuptorului este de 27 m, productivitatea 35—45 t/h, consumul specific de căldură 840—1050 kJ/kg. *Tablele groase din oțel carbon sau slab aliat laminate la cald* se supun de obicei la recoacere de înmuiere sau izotermă, la normalizare și la revenire înaltă în cuptoare intermitente cu clopot și continue cu vatră pe role.

**cuptorul intermitent cu clopot,** (fig. C. 76), este prevăzut cu o cameră de încălzire mobilă și de formă cilindrică sau paralelipipedică (clopot). Clopotul este dotat cu arzătoare și se compune dintr-o manta de tablă de oțel, căptușită în interior cu cărămidă refractară. Materialele introduse în cuptor se plasează sub o

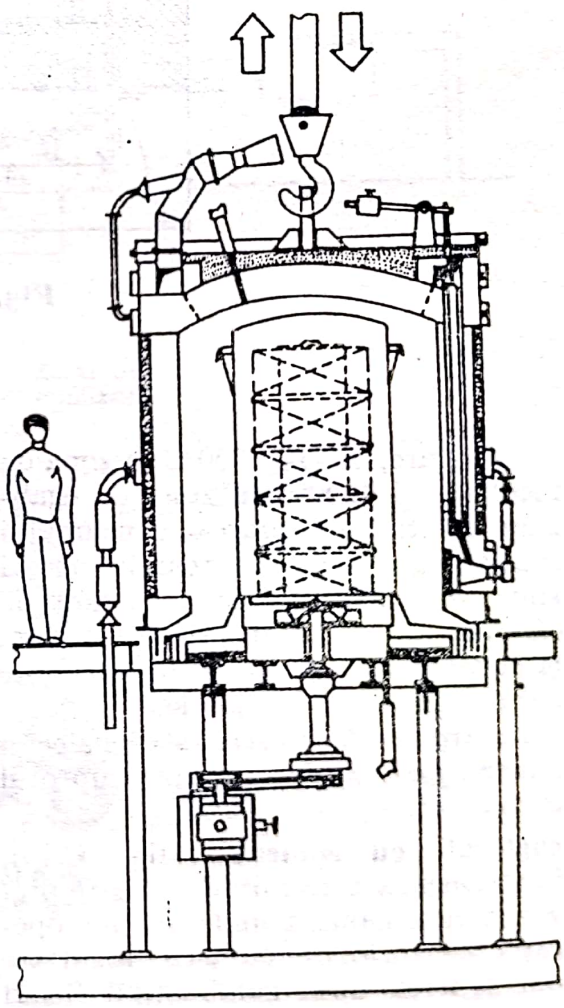


Fig. C. 76.

mufla din oțel refractar pentru a nu veni în contact cu gazele de ardere. De cele mai multe ori în interiorul muflei circulă un gaz de protecție. Mufla se încălzește în exterior și transmisia căldurii de la mufla la încărcătură se face prin radiație. După terminarea operației de încălzire, clopotul se așază pe o altă mufla. Se mai întrebuințează la recoacerea tablelor și benzilor laminate la rece sau a sîrmelor trefilate. Dintre cuptoarele continue cea mai largă răspîndire au cele cu vatră pe role. Pentru tratamentul termic al *tablelor subțiri laminate la cald* se utilizează *cuptoare cu role, cu discuri.* Discurile, așezate în zigzag, preîntîmpină căderea tablei sub role. La cuptoarele pentru table încălzite la 800—1000°C tablia rolei nu se răcește; la cele încălzite la 1000—1200°C rolele se răcesc cu apă. Încălzirea cuptorului se face cu flacără. În cazul tablelor lungi acestea se amplasează și în boltă. Aceste cuptoare au productivități de 4—5... 40 t/h și prezintă o serie de avantaje: oferă cel mai optim flux de producție; absența absorbției de aer rece, care mărește oxidarea metalului; viteza și uniformitatea încălzirii superioare altor tipuri de cuptoare. *Tablele și benzile laminate la rece* se tratează termic în cuptoare intermitente, cu clopot și continue, cu tragere. În cuptoarele cu clopot se tratează termic tablele în grămezi și benzile în rulouri. În cuptoarele cu tragere, continue, fără vatră, deplasarea materialului se realizează printr-un sistem de tragere, montat la evacuarea din cuptor. Cuptorul poate fi orizontal sau vertical. Asigură mare viteză și uniformitate de încălzire. Avantajele cuptoarelor lungi sînt: productivitate mare și structură uniformă a materialului. Prezintă dezavantajul obținerii unor table mai rigide, datorită vitezei mai mari de răcire, nefavorabile la ambutisarea adîncă. Acest dezavantaj determină necesitatea utilizării cuptoarelor cu clopot, cu productivitate mai mică, structură neuniformă a metalului dar mai moale, aptă pentru ambutisare adîncă. Cuptorul cu clopot poate fi cu unul sau mai multe clopote. La cele cu un singur clopot încălzirea încărcăturii este mai uniformă și productivitatea mai mică. Cuptorul cu mai multe clopote este economic mai avantajos și se utilizează la producția de masă. Se pot trata prin recoacere tablele sub formă de grămezi sau benzi sub formă de rulouri. Procesul de recoacere a tablelor și benzilor decurge în patru etape: așezarea încărcăturii pe suport; așezarea muflei peste încărcătură și insuflarea în partea inferioară a atmosferei de protecție pentru îndepărtarea aerului; încălzirea încărcăturii la 750—850°C (cu atmosferă controlată); răcirea încărcăturii de sub mufla pînă la 150°C (în atmosferă controlată) și răcirea de la 150°C în aer și descărcarea încărcăturii. Masa încărcăturii este 80—120 t iar productivitatea, 250—300 kg/m² · h. Cuptoarele cu clopot pot fi încălzite cu flacără sau cu tuburi radiante. În cazul ultimelor se utilizează mufla care permite circulație de atmosferă controlată; au o producție de 20—80 t și productivitate 150—250 kg/m² · h.

**cuptorul continuu, cu tragere** se amplasează în continuarea liniilor continue de laminare la rece, de mare productivitate. În acestea se poate realiza recoacere înaltă a tablelor subțiri, încălzire în vederea călirii platbandelor de oțel inoxidabil, zincării și cositoririi la cald a tablelor subțiri, producerii de oțel pentru electrotehnică. Tablele sînt deplasate prin camera de încălzire, vertical sau orizontal, cu lanțuri. La cuptoarele orizontale lungimea benzii $l_b = 200$ m

Scanned with OKEN Scanner

viteza de deplasare a acesteia $v_s$ = = 2 m/s iar la cele verticale $l_b$ = = 100 m și $v_b$ = 10 m/s. Cuptoarele verticale sînt cele mai răspîndite datorită productivității mari și faptului că ocupă suprafață mică. Linia de tratament termic cuprinde trei zone: de intrare, a cuptorului, de ieșire. În prima și a treia zonă se realizează pregătirea și finisarea produselor. În cuptor există trei camere: de încălzire, de omogenizare a temperaturii în material și de răcire înceată și rapidă. În camera de încălzire (electric sau cu tuburi radiante) metalul ajunge la 700—730°C. Recoacerea are loc de obicei în atmosferă controlată (96% $N_2$ și 4% $H_2O$). În camera de răcire înceată temperatura scade de la 700—730°C pînă la 480°C în 25 s. Răcirea se realizează cu tuburi prin care circulă aer. În camera de răcire rapidă metalul se răcește cu schimbătoare de căldură cu apă printre care circulă atmosfera protectoare ce vine în contact cu produsul metalic cald. Pentru recoacerea tablelor și a altor produse metalice mai mici se utilizează și cuptorul tunel.

**cuptorul tunel** are forma unui tunel de lungime mare, în care materialul circulă pe vagoneți, în contracurent față de gazele arse. Încălzirea cuptorului se face cu combustibil lichid sau gazos, cu ajutorul arzătoarelor montate pe pereții laterali. Platformele vagoneților sînt protejate de acțiunea temperaturii cu un strat de cărămidă refractară, iar etanșarea dintre vagoneți și pereții longitudinali ai cuptorului se face prin dispozitive cu nisip. Pentru ca materialele metalice să nu vină în contact cu gazele arse acestea se acoperă cu o mufla metalică. Pe axa longitudinală, în interiorul cuptorului se disting trei zone: zona de preîncălzire, zona de încălzire și zona de răcire. Deplasarea vagoneților are loc cu ajutorul unui dispozitiv prevăzut la capătul de intrare. La ambele capete se află cîte o ușă acționată mecanic. **c. t.** mai sînt utilizate și în industria materialelor refractare. Pentru *tratamentul termic al pieselor* se folosesc cuptoare orizontale cu funcționare intermitentă cu camere verticale (cu baie și cu bazin de răcire integrat) și cuptoare cu funcționare continuă.

**cuptoarele orizontale** au vatra fixă (tip clopot) sau mobilă și pot fi de două tipuri. *Cuptoarele cu cameră încălzite electric cu rezistențe* se utilizează pentru revenirea joasă a pieselor din fontă și oțel și pentru tratamente termice (călire, îmbătrînire) ale aliajelor cu bază de aluminiu (200—650°C). Cuprind o cameră de lucru și o cameră de încălzire a aerului. În țara noastră se fabrică cuptoare tip LSD, IRP sau IRC cu dimensiunile: $L$ = 600—2500 mm, $l$ = = 600—1000 mm și $h$ = 500—900 mm. *Cuptoarele cu cameră încălzite cu flacără* și cu recirculație a produselor de ardere care permit tratament la 200—650°C cuprind trei camere: de lucru, cu ventilator de recirculație și focar. Sînt de tip IRR și IRD. Cele mai răspîndite sînt cuptoarele intermitente cu flacără pentru temperaturi medii și înalte. Sînt similare cu cele cu cameră, avînd cameră de ardere sub vatră. Încălzirea acestora (între 650—1050°C) se poate realiza și cu rezistențe electrice sau cu tuburi radiante. Cele cu tuburi radiante se fabrică în țara noastră de tip IRN sau IRB cu spațiu de lucru de dimensiunile $L$ = 1500 sau 2500; $l$ = 1000 mm; $h$ = 600—900 mm.

**cuptoarele verticale** se caracterizează prin lipsa vetrei în timpul încălzirii, piesele fiind așezate în dispozitive suspendate de boltă sau așezate în partea inferioară a cuptorului. Se construiesc în solul atelierului pentru

a micșora pierderile de căldură. Se încălzesc cu flacără, cu tuburi radiante sau electric. La cele cu flacără se realizează și recirculația în spațiul de lucru a produselor de ardere. În țara noastră se produc cuptoare de tip ISG, IRT sau IRK, de dimensiunile: $D = 300$, 600, respectiv, 1000 mm, $h = 600$, 1200 și, respectiv, 1500 mm și temperatura de lucru 150—650° C. Se utilizează pentru: recoacere, revenire, detensionare a pieselor de oțel. În țara noastră se produc tuburi radiante de tip IRO și IRI cu $D = 600$, respectiv, 1000 mm și $h = 1200$, respectiv 1500 mm. Se utilizează pentru coacere, normalizare, călire, cementare și carbonitrurare în atmosfere controlate. *Cuptoarele cu baie* sînt cuptoare în care încălzirea se face în săruri topite (încălzite din exterior (fig. C. 77, *a*) sau cu arc electric (fig. C. 77, *b*) într-un creuzet refractar în vederea tratamentului termic (călire, recoacere, preîncălzire). Piesele se introduc în baie pe dispozitive adaptate formei și dimensiunilor acestora; piesele mici se introduc în coșuri perforate. *Cuptoarele cu bazin de răcire integrat*, (fig. C. 78), sînt cuptoare care realizează tratamentul termic și termochimic în atmosfere controlate prin încălzire cu tuburi radiante pînă la 950° C și răcire în ulei sau în aer (călire, normalizare, carbonitrurare), la piese mici și mijlocii, realizate în producție de serie și de masă.

**cuptoarele cu funcționare continuă,** (fig. C. 79), sînt caracterizate prin faptul că operațiile de introducere și evacuare a pieselor încălzite se face continuu și că anumite zone ale spațiului de încălzire au temperatură constantă. Deplasarea pieselor de încălzit în vederea tratamentului termic se poate realiza prin rostogolire pe vetre-înclinate, pe plăci suport deplasabile pe bile, pe vagonete sau pe conveior. Cuptoarele continue cu conveior pot funcționa cu atmosfere controlate pentru protecție și pentru tratamente termochimice, și pot fi cu sau fără mufă. Cuptoarele cu conveior și mufă sînt folosite pentru tratamentele termice ale semifabricatelor cu secțiune constantă (sîrme, bare, țevi). Fiind complexe din punct de vedere constructiv și scumpe se utilizează pentru recoacerea, călirea, tratamentele termochimice ale roților dințate, arborilor cotiți, axurilor cu came etc.

**CURĂȚIREA PIESELOR PRELUCRATE LA CALD,** operație de îndepărtare, prin mijloace manuale sau mecanizate, a aderenților de amestec de formare (piesele turnate), a adaosurilor tehnologice (piese turnate, matrițate etc.), a diferitelor defecte (bavuri, creste etc.), a straturilor groase de oxizi (piese tratate termic, matrițate ș.a.) etc. Se poate realiza: în tobe, prin →*sablare* hidraulic, sub jet de alice metalice generat de rotoare centrifuge, electrohidraulic, cu ultrasunete, prin vibrare, termic (cu flacără simplă sau abrazivă), electrochimic sau chimic. **curățirea chimică** se aplică pieselor metalice pentru curățirea de oxizi, compuși anorganici, uneori, grăsimi și alte impurități, și se bazează pe reacții chimice între diferiți reactivi chimici și acestea, cu formarea unor produși ușor de îndepărtat. Pentru îndepărtarea stratului superficial de oxizi de pe suprafața pieselor se folosesc ca reactivi chimici soluții apoase de HCl, $H_2SO_4$, $H_3PO_4$, HF ș.a., în cadrul operației cunoscută sub numele de *decapare*. Temperatura, concentrația reactivului și timpul de expunere a piesei se stabilesc funcție de diferiți factori constructivi și tehnologici. Pentru limitarea acțiunii reactivului pînă la stratul de material metalic, nu și asupra acestuia, se folosesc substanțe speciale numite *inhibitori*. Pentru îndepărtarea gră-

Scanned with OKEN Scanner

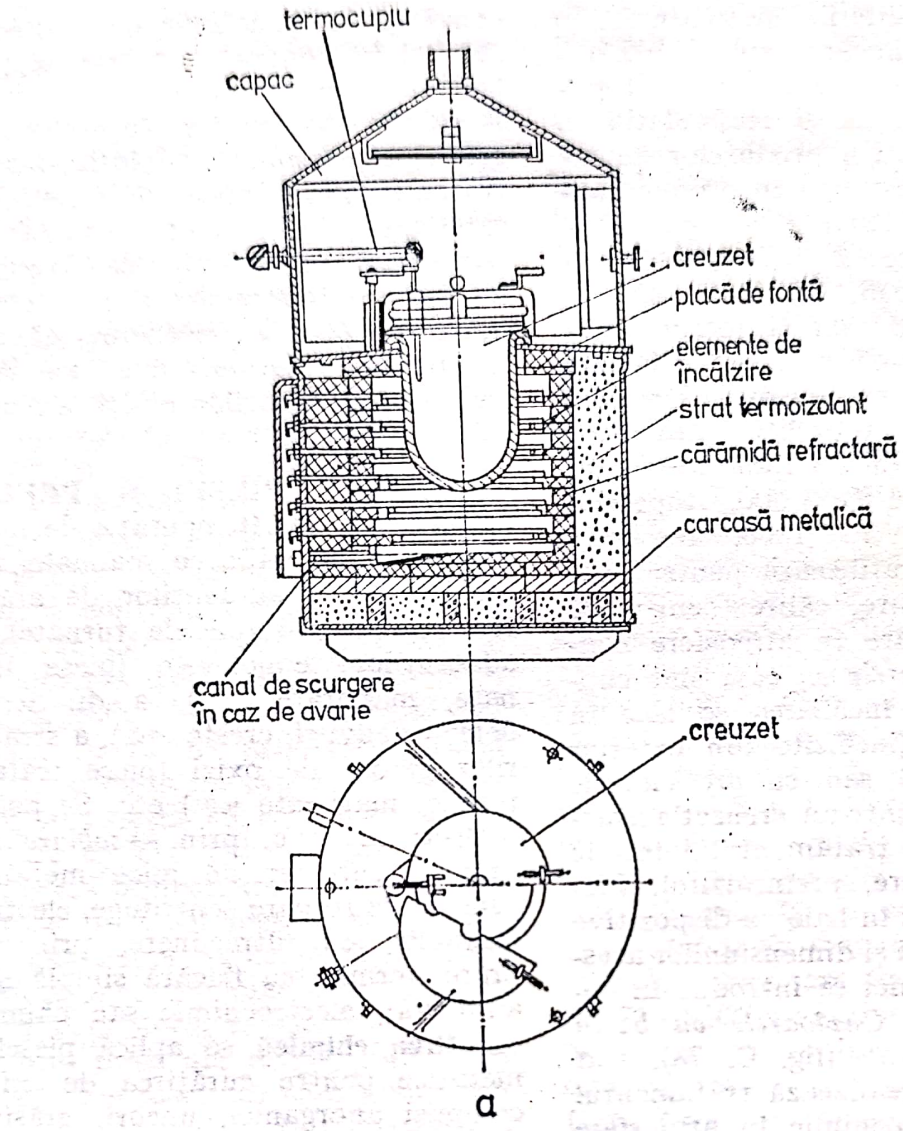

termocuplu
capac
creuzet
placă de fontă
elemente de încălzire
strat termoizolant
cărămidă refractară
carcasă metalică
canal de scurgere în caz de avarie
creuzet
a
hotă de aspirare a gazelor emanate de baia de săruri
placă
placă
electrozi
creuzet refractar
material refractar
carcasă metalică
b

**Fig. C. 77.**

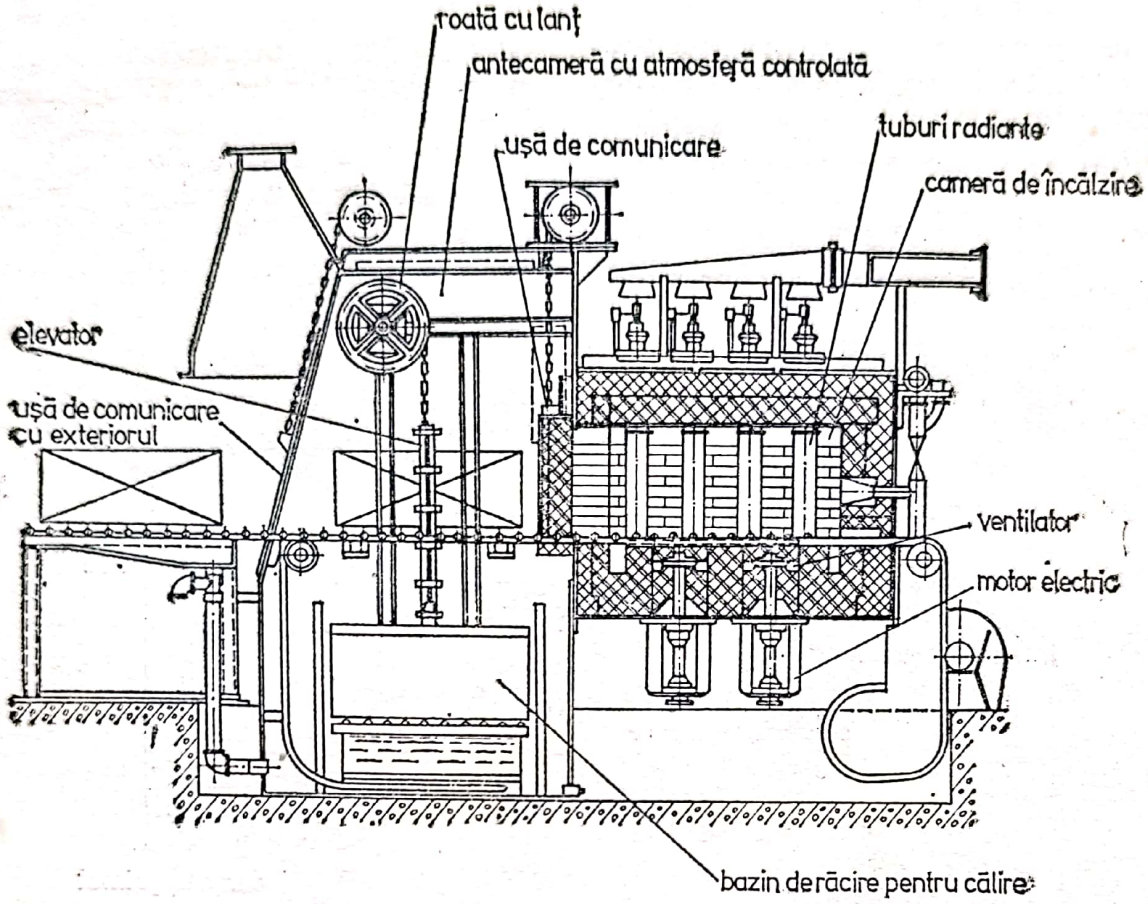



Fig. C. 78.

similor și uleiurilor de pe suprafața pieselor se folosesc: saponificarea la cald cu diferiți reactivi chimici, dizolvarea electrochimică în soluții a-

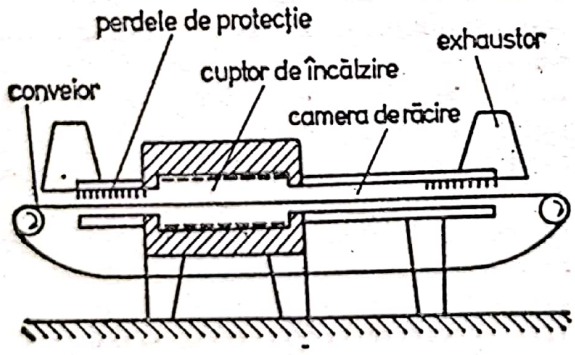



Fig. C. 79.

poase alcaline sau dizolvarea în diferiți dizolvanți, în cadrul operației cunoscută sub numele de *degresare*.

Operația se aplică în cazul pieselor turnate ce se folosesc la temperaturi înalte și sub presiune mare, al pieselor cărora li se aplică acoperiri metalice, în scop comercial.

**curățirea cu alice metalice, SABLARE. curățirea cu flacără abrazivă** se bazează pe arderea accelerată (în curent de aer comprimat) a combustibilului (benzină, motorină sau gaz natural) în curent de granule abrazive (nisip cuarțos), în arzătoare speciale (fig. C. 80). Caracteristicile unui tip de arzător special sînt: viteza curentului de gaz în ajutaj, 950 m/s, viteza granulelor abrazive, 240 m/s, temperatura curentului de gaz, 1650°C. Deși este de cinci ori mai eficace ca procedeul de curățire prin sablare și permite obținerea de suprafețe bine finisate prezintă două dezavantaje: greutatea mare a ajutajului și



Scanned with OKEN Scanner

construcția foarte complicată a aparatului. Se folosește la curățirea pieselor turnate mari de oțel.

**curățirea electrochimică** se folosește pentru curățirea pieselor prelucrate la cald de aderențe chimice (piese turnate) și straturi de oxizi-arsură (piese tratate termic sau deformate plastic), cu electrolit și curent electric continuu. Stratul cu aderențe chimice cuprinde la suprafață $SiO_2$, iar mai jos $SiO_3$ (tridimit) și, apoi, $Fe_2SiO_4$ (faialit). Stratul de oxizi în cazul aliajelor Fe—C cuprinde la suprafață strat subțire de $Fe_2O_3$, de grosime medie de $Fe_3O_4$ și gros de FeO, după care urmează materialul metalic. Oxizii se îndepărtează prin disociere în electrolit și separare cu ajutorul curentului electric, la catod, a oxigenului; combinațiile se solubilizează în electrolit tot cu ajutorul curentului electric. Ca electroliți se folosesc baze (NaOH sau KOH) sau amestecuri de baze și săruri (de ex.: 80% NaOH și 20% KOH; 93% NaOH și 7% NaCl), în stare topită și supraîncălzită (450—500°C). Electroliza decurge la tensiuni și densități de curent (6—25 A/dm²) nu prea mari, timp de 25—30 min. **c. e.** se aplică pieselor turnate mici (pînă la 500 kg) și medii (1000—3000 kg) de configurație complexă (de ex.: bloc motor de autovehicul), cu locuri greu accesibile pentru control.

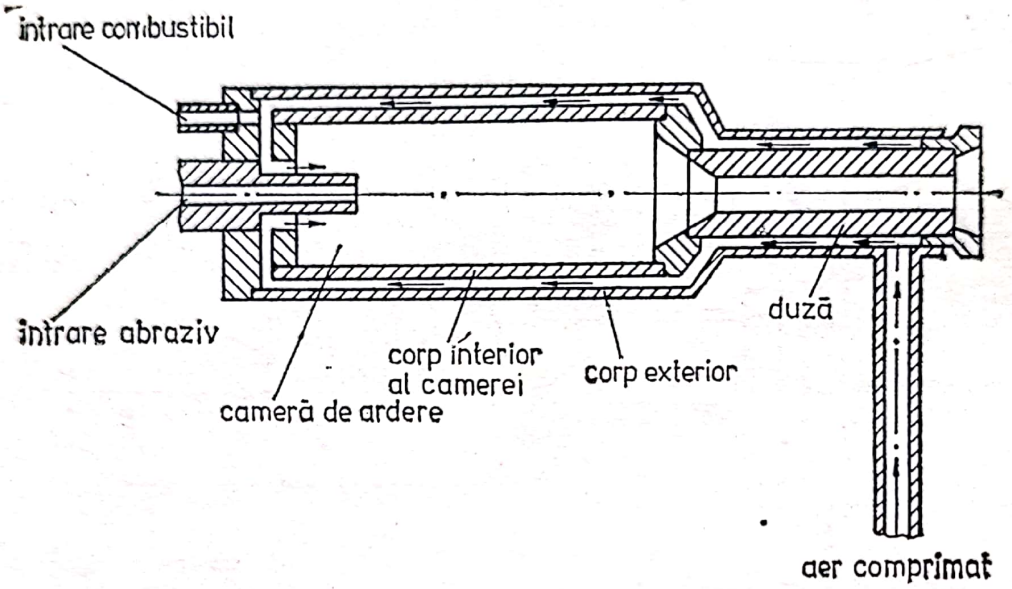



Fig. C. 80.

**curățirea electrohidraulică** se bazează pe forța de șoc generată de apă (distilată) prin descărcarea bruscă a energiei electrice, acumulată într-un condensator, printr-un eclator de scîntei. Sursa generează curent la înaltă tensiune (45 kV), care este redresat și trimis la un condensator montat în paralel (fig. C. 81). Energia descărcată prin eclator ajunge la electrod, străbate un mic strat de apă și circuitul se închide prin piesa turnată (fig. C. 82). Descărcarea energiei electrice prin apă determină transformarea acesteia în vapori între electrod și piesă, generînd presiuni (16 000 at) și deci acțiuni mecanice foarte mari. Instalațiile de **c. e.** sînt prevăzute cu mai mulți electrozi (de ex.: 24), care se așază deasupra suprafeței de curățat. Are avantajul

că prezintă un consum mic de energie electrică (de ex.: față de curățirea prin sablare de 100 de ori mai mic) și un timp scurt de curățire. Procedeul se folosește în cazul pieselor de mărime medie, în general, cu

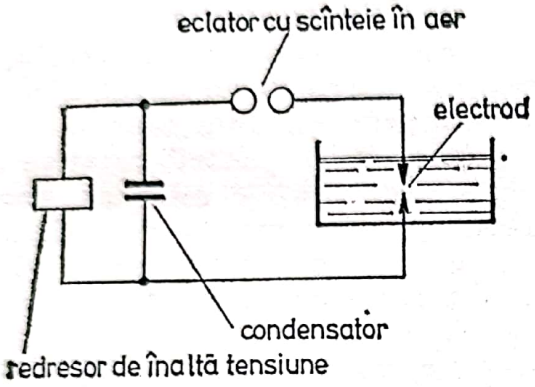



**Fig. C. 81.**

**curățirea hidraulică** realizează curățirea cu jet de apă sau de amestec apă-nisip (10—20% nisip cuarțos, rest % apă) la presiuni mari (75—200 at) a pieselor de mărime medie și mare din fontă sau oțel, prelucrate la cald (în special, turnate). Curățirea cu amestec apă-nisip este cunoscută sub numele de *hidrosablare*. Hidromonitorul cu jet de apă are ca piesă de bază ajutajul (fig. C. 83) care are $\Phi = 4-10$ mm și cu care se realizează secțiunea jetului și presiunea apei necesare. Cel mai folosit hidromonitor cu jet de apă amestecat cu granule abrazive (fig. C. 84) funcționează în instalații cu circuit închis în una sau două încăperi special adaptate. În instalație se execută operații de decantare, de pompare

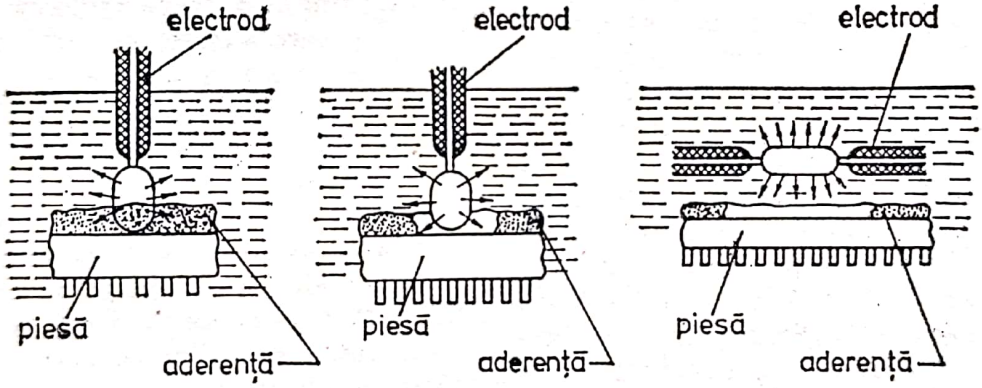



**Fig. C. 82.**

suprafețe plane mari (corp motor cu ardere internă, electric, de turbină etc.).

etc. pentru evacuarea produselor rezultate (amestec nisip-apă, numit pulpă) după **c. h.**

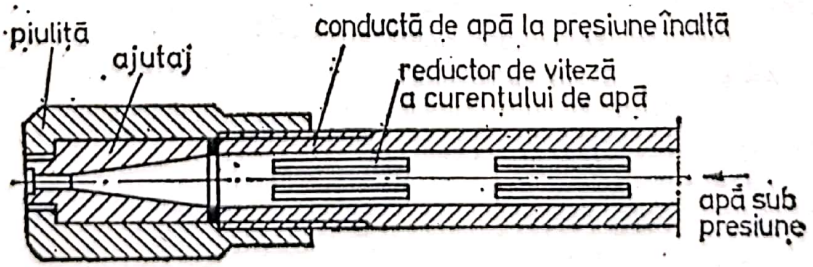



**Fig. C. 83.**

**curățirea în tobe** realizează curățirea pieselor turnate mici, simple, cu pereți groși, în special din oțel și fontă, prin cădere liberă în tobe cilindrice sau, mai rar, poliedrice. Se realizează în tobe cu funcționare discontinuă

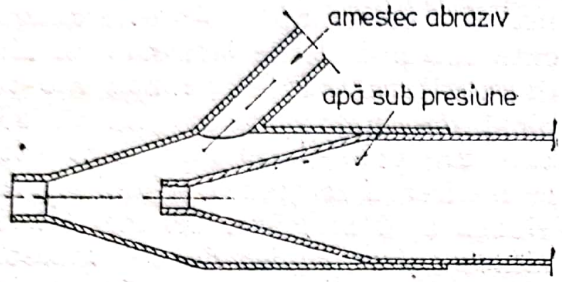



Fig. C. 84.

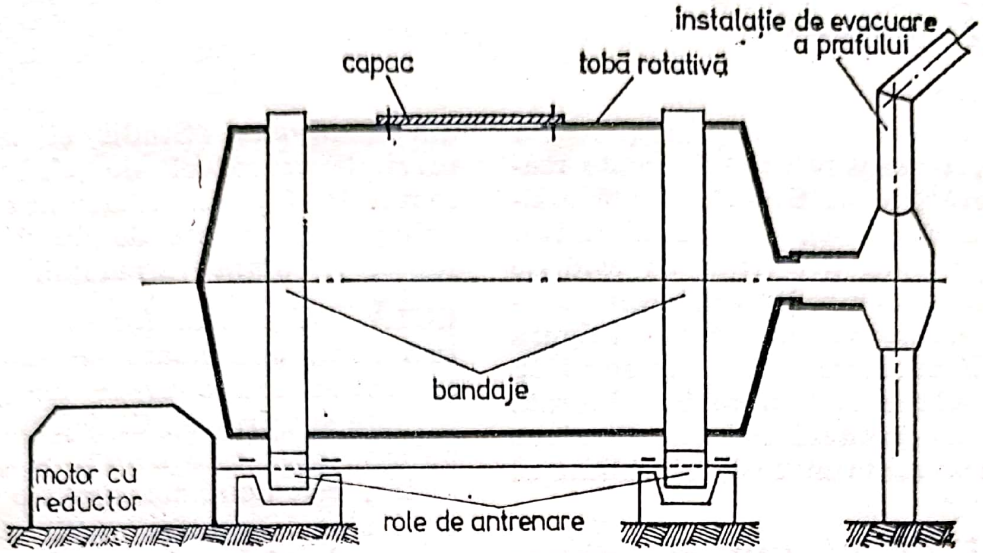
sau continuă. La *tobele cu funcționare discontinuă* (Φ 600—1500 mm) piesele turnate se încarcă printr-o gaură, care se închide cu capac, pînă la 70—80% din volumul tobei (fig. C. 85, *a*). Pentru îmbunătățirea curățirii odată cu piesele turnate se încarcă și steluțe (20—65 mm) de fontă albă (reprezentînd 20—25% din volumul ocupat de piese). Prin rotirea tobei timp de 0,5—2,5 h, piesele se curăță prin frecarea între ele și cu steluțele. Se obține o productivitate pînă la 5 t/h. Prezintă dezavantajul că necesită ~ 1 h pentru descărcarea și încărcarea pieselor. În cazul *tobelor cu funcționare continuă* (fig. C. 85, *b*), piesele turnate se curăță prin rostogolire alături de steluțe în toba interioară lungă (5—6 m), rotativă (n = 30 rot/min). La capătul cursei pieselor steluțele se separă printr-un grătar și sînt returnate la jgheabul de încărcare cu ajutorul paletei-șurub și al paletei de dirijare.

**curățirea prin vibrare** realizează curățirea pieselor prin încărcare în recipiente și vibrare cu vibratoare pneumatice sau mecanice la frecvența de 1500 vibrații/min și amplitudinea de 1,75 mm. Se utilizează la curățirea pieselor turnate de precizie, cu greutate pînă la max. 250 N (25 kgf). Instalațiile folosite se pot automatiza imprimînd procedeului caracter continuu.

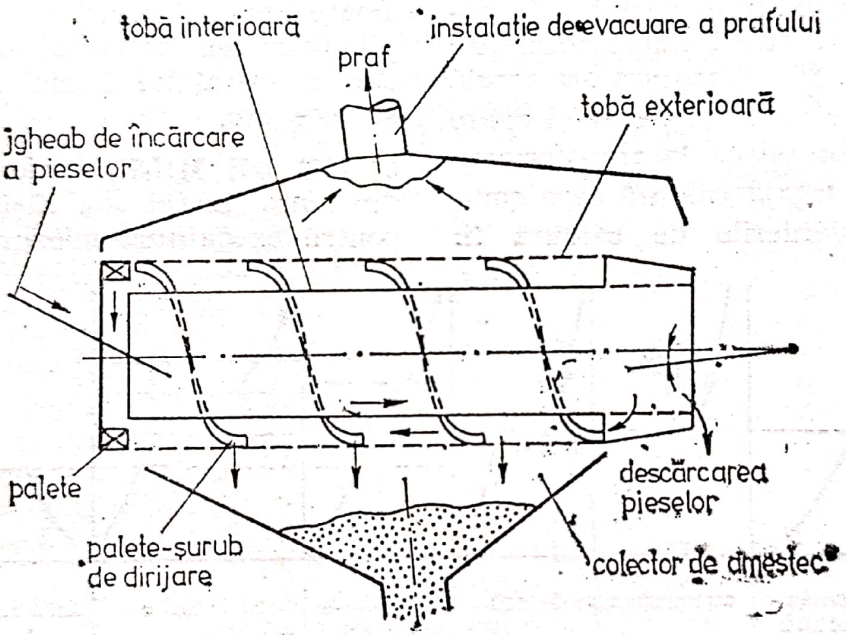
**curățirea sub jet de alice metalice generat de rotoare centrifuge** constă în proiectarea la suprafața piesei a unui fascicul de alice de fontă sau oțel prin rotirea foarte rapidă a unor palete montate într-un rotor. Alicele se deplasează pe paletele rotative și sînt aruncate de pe rotor cu mare viteză (45—75 m/s) sub acțiunea forței centrifuge. Din schema de principiu a rotorului cu două discuri *6* (fig. C. 86) rezultă că alicele sînt încărcate cu buncărul *1*, de unde printr-un jgheab ajung în rotorul de distribuție *2* și de acolo, printr-o deschidere dreptunghiulară *3*, reglabilă cu bucșa *4*, pe paletele rotative *5*. De pe palete alicele, sub acțiunea forței centrifuge generată de rotația rotorului și deci a paletelor, sînt proiectate pe suprafața piesei. Operația se realizează în instalații de curățire. În cazul pieselor turnate simple cu pereți subțiri părțile instalației de curățire sînt amplasate pe verticală, la partea inferioară fiind una sau două mese rotative pe care sînt plasate piesele de curățat. În cazul pieselor în producție de mare serie operația se realizează în tuneluri prevăzute cu o cameră de lucru, unde se curăță piesele în mișcare de translație.

**curățirea termică** constă în curățirea pieselor prelucrate la cald prin încălzirea acestora la 500—600°C urmată de răcire rapidă. Datorită diferenței de coeficient de dilatare termică aderențele, straturile de oxizi și de alte impurități, se desprind ușor de pe piese. Se utilizează foarte rar pentru curățirea pieselor turnate mari, cu configurație complicată, unde se dispune de cuptoare corespunzătoare de tratament termic și în cazul cînd

Scanned with OKEN Scanner

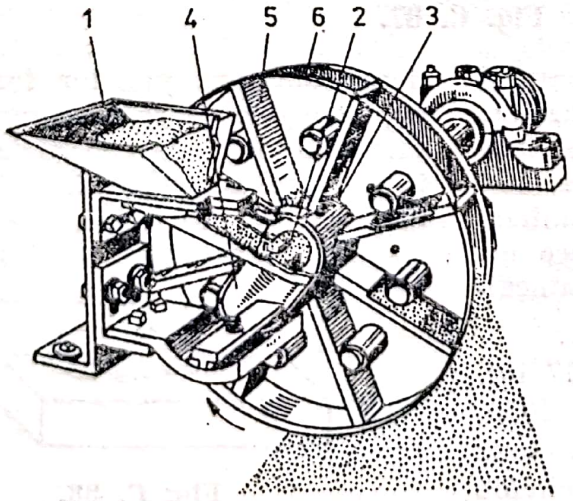



a




b

**Fig. C. 85.**




←——**Fig. C. 86.**

la piesa turnată se admite ridicarea bruscă a temperaturii. Se poate realiza curățirea cu flacără simplă (oxiacetilenică) și cu flacără abrazivă. **c. t.** prezintă avantajul că este de 2—3 ori mai productivă decît curățirea cu ciocan pneumatic, asigură condiții de lucru mai bune (praf în limite admisibile) și prelucrabilitate mai bună a piesei turnate. Prezintă însă dezavantajul costului ridicat al acetilenei.

**CURBĂ DE RĂCIRE,** reprezentare sub formă de curbă, în coordonate temperatură-timp, a variației la răcire a temperaturii unui metal sau aliaj (fig. C. 87). Porțiunea orizontală din curbă se numește *palier* și apare datorită faptului că la transformare de fază se degajă căldură care compensează pierderile de căldură în exterior. Aspectul **C. de R.** poate fi determinat aplicînd și legea fazelor. Cînd varianța $v = 0$ apare un palier. La încălzirea materialelor metalice aspectul curbelor este similar, cu deosebirea că nu se produce un fenomen similar subrăcirii (supraîncălzirea).

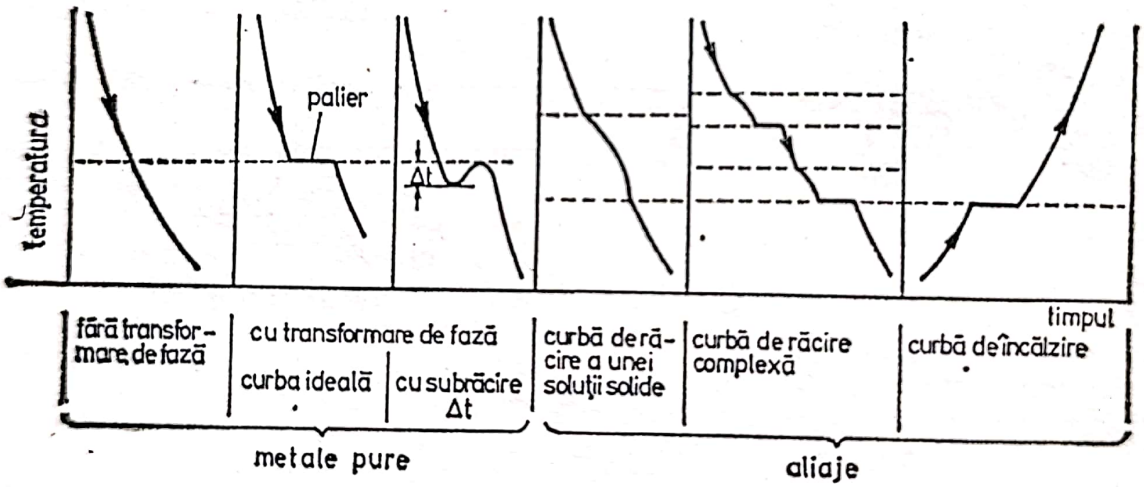



**Fig. C. 87.**

**CURCUBĂTĂ, DIONISIE** (n. 17 iul. 1906, București — m. 9 iul. 1950, Hunedoara), inginer electromecanic român. Studii la Școala Politehnică din Timișoara. Studii și cercetări privind procedeul de elaborare a fontei în furnal. A efectuat la noi primele experiențe de desulfurare a fontei în afara furnalului.

**CUTĂ,** defect sub formă de adînciturі mici, unduitoare pe suprafețele orizontale sau convexe ale pieselor turnate subțiri (fig. C. 88). Suprafața pe care apar este netedă și cu strălucire; cele două margini ale adînciturii sînt la același nivel spre deosebire de defectul crustă-coadă de șoarece, care nu sînt la același nivel. Poate apare datorită folosirii de argile-liant cu refractaritate scăzută sau a metalului lichid prea vîscos și rece etc.

**CUTIE DE MIEZ,** cutie, executată din lemn, metal sau rășină, folosită pentru executarea miezurilor în vederea obținerii pieselor turnate. Se pot executa dintr-o singură bucată fără suprafață de separație, cu (fig. C. 89) sau fără (fig. C. 90) adaosuri intercalate, din două bucăți cu o singură suprafață de separație (fig.

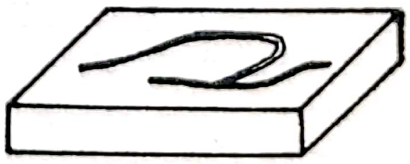


**Fig. C. 88.**

C. 91), din mai multe bucăți și suprafețe de separație, în formă de cheson (fig. C. 92). Pentru executarea mecanizată a miezurilor prin împușcare se construiesc **C. de M.** speciale. Primul tip, fără suprafață de separație sau intercalări (fig. C. 89) este folosit la executarea miezurilor foarte simple, de dimensiuni mici și mijlocii; nu este demontabil iar miezurile se extrag prin simplă răsturnare, datorită înclinării corespunzătoare a pereților interiori ai **C. de M.** Al doilea tip, cu intercalări (v. fig. C. 90) se folosește la executarea (în etapele *a*, *b* și *c*) miezurilor de diferite mărimi, cu formă complicată. Al treilea tip se folosește pentru executarea miezurilor cu forme foarte variate și de toate dimensiunile, cu suprafețe de separație de formă neregulată, multiple, plane, cilindrice și

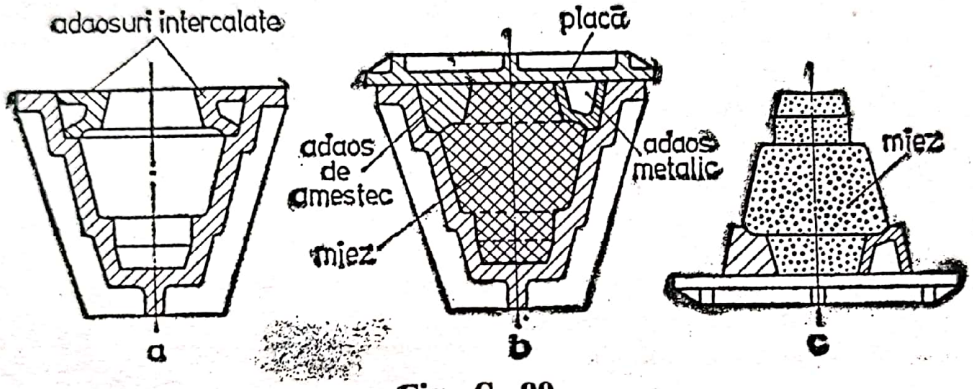



**Fig. C. 89.**

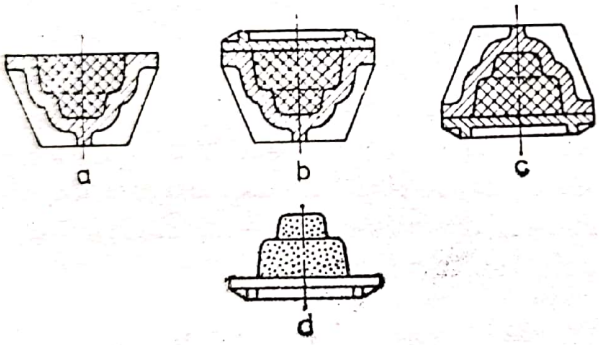



**Fig. C. 90.**

cu părți demontabile. Al patrulea tip poate fi cu cheson cu ambele fețe plane, cu o față plană și alta diferită de cea plană sau cu ambele fețe neplane; o variantă a acestui tip este *cutia de miez în cheson astupat*, montată pe plăci, cu înclinare a pereților interiori de 10—20° pentru a permite scoaterea prin răsturnare a cutiei. Se folosește pentru miezuri diferite, cu configurație complicată. **C. de M.** pentru executarea mecanizată a miezurilor prin împușcare se folosesc în cazul miezurilor mici și medii, în producție de serie și de masă.

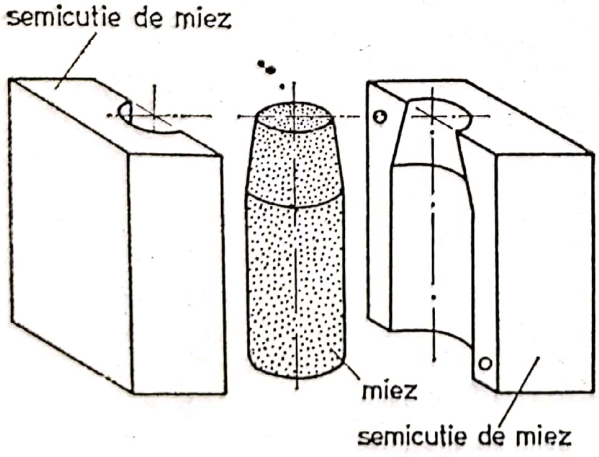



**Fig. C. 91.**

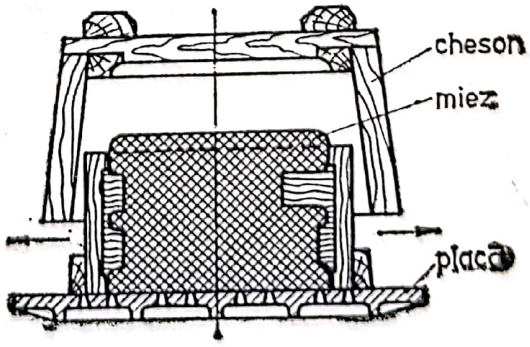
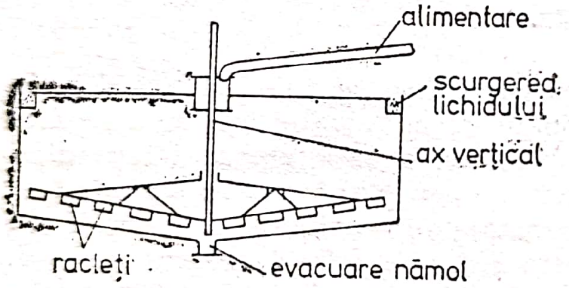



**Fig. C. 92.**

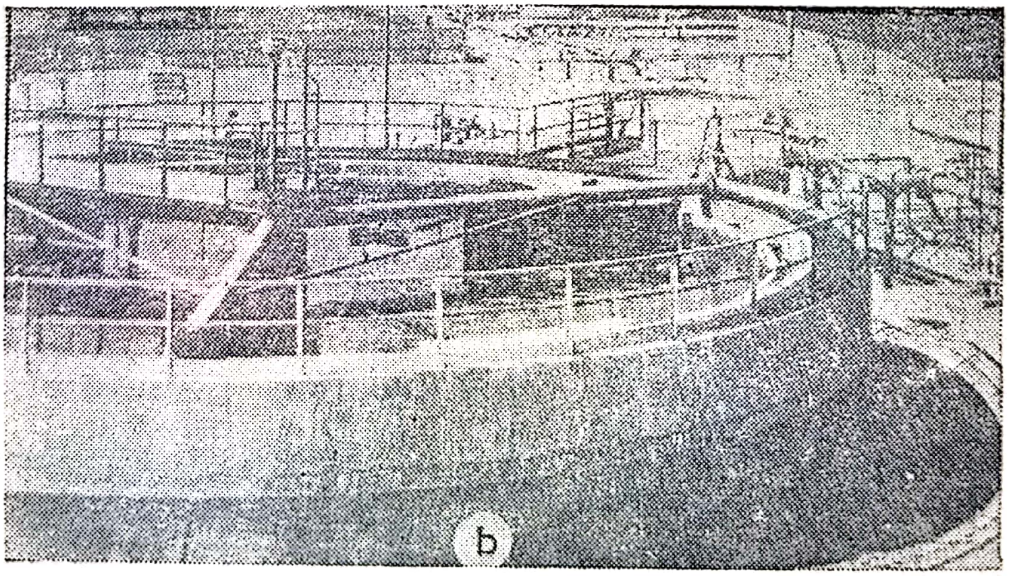
# D

**DECANTOR,** instalație utilizată la clasarea gravimetrică a materialelor solide (praf de furnal, cărbuni, șlamuri etc.) aflate în amestec cu apă. Este format (fig. D. 1, *a*) dintr-un rezervor cilindric cu fundul puțin conic, de înălțime nu prea mare; în interior se află un ax vertical care se mișcă foarte încet cu ajutorul unui mecanism. Acest ax are la capătul de jos două brațe, prevăzute cu mai multe palete, așezate perpendicular pe axul vertical. Prin mișcarea de rotație a axului paletele împing materialul depus către o deschidere centrală de la fundul **D.** În fig. D. 1, *b* este reprezentată o vedere parțială a unui **D.** în funcțiune. Sin. *îngroșător*.




a

**DECAPARE,** operație pentru eliminarea straturilor de oxizi de pe suprafața pieselor metalice. Se realizează în principal mecanic și chimic. *Decaparea mecanică* cea mai eficace se realizează prin sablare, folosind un jet de granule de oțel, căruia i s-a imprimat o viteză de cca 80 m/s. *Decaparea chimică* se realizează cu soluții diluate de acid clorhidric sau acid sulfuric în băi de decapare.



b

**Fig. D. 1.**

Scanned with OKEN Scanner

Acestea sînt construite din lemn, beton antiacid sau oțel și sînt căptușite cu materiale antiacide. Pentru a limita acțiunea acizilor numai asupra straturilor de oxizi, în soluția de decapare se adaugă inhibitori ca: glicerină, amidon, drojdie de bere, clorură de sodiu etc. Un foarte bun decapant, care acționează numai asupra oxizilor este acidul ortofosforic. După **D.** urmează spălarea, neutralizarea și uscarea. Neutralizarea se face cu hidroxid de sodiu, lapte de var sau borax. Neutralizarea cu borax constă în introducerea materialului decapat într-o soluție de 7—8% borax, încălzită la cca 85°C. Materialul astfel neutralizat poate fi depozitat timp îndelungat fără să se oxideze.

**DECARBURARE,** eliminare a carbonului dintr-un aliaj prin oxidare, oxidul de carbon rezultat trecînd, de obicei, în atmosfera de lucru. La elaborarea oțelurilor, **D.** reprezintă o fază deosebit de importantă a perioadei de afinare și se desfășoară după reacția $C + FeO = Fe + CO$. Oxidul de carbon se concentrează sub formă de bule care se degajă la suprafață producînd o barbotare a băii metalice, numită fierbere. Intensitatea reacției se apreciază în funcție de viteza cu care are loc reacția de oxidare a carbonului, numită și *viteză de decarburare* și care se exprimă în % C/h (cantitatea de carbon eliminat din 100 kg baie metalică într-o oră). Cînd viteza de decarburare este mare, conținutul de oxigen sub formă de FeO din baia metalică este mic. Acest fenomen se explică prin faptul că viteza de difuzie a oxidului feros din zgură în baia metalică este mai mică decît viteza de decarburare. La conținuturi mai mici de carbon din baia metalică, viteza de decarburare scade. Pentru a crește din nou viteza de decarburare este necesar să se intensifice difuzia oxidului feros în baia metalică, mărind concentrația acestuia în zgură.

**DECOJIRE,** operație de curățire a lingourilor și semifabricatelor de straturile superficiale de oxizi. Este o operație premergătoare unor operații de deformare plastică (laminare, trefilare) și se execută la strunguri speciale sau la raboteze.

**DECUPRARE,** operație de rafinare care urmărește eliminarea cuprului dintr-un metal, aliaj sau din materiile prime, atunci cînd acesta constituie un element nedorit. Se aplică, mai ales, → *plumbului.*

**DEFECT,** orice abatere de la formă, dimensiuni, masă, aspect exterior, macro- și microstructură sau proprietăți prescrise în standardele corespunzătoare și în normele sau condițiile tehnice de recepție. Noțiunea este convențională. În funcție de standardele considerate, de condițiile de recepție, de normele sau caietele de sarcini, aceeași abatere poate constitui uneori un *defect inadmisibil,* datorită căruia piesa este rebut, iar alteori un *defect admisibil* sau *remaniabil.* De ex.: la piesele turnate din fontă cu rol de ghidaj de la mașinile unelte nu se admit **D.,** în timp ce pe piesele cu rol de susținere și pe suprafețele lor care nu sînt solicitate la uzură prin frecare se admit defecte remaniabile sau, în funcție de mărimea și natura lor, chiar neremaniabile.

**DEFECTOSCOPIE,** totalitate a procedeelor și metodelor cu ajutorul cărora se determină diferite defecte în materialele metalice sub formă de semifabricate sau piese, fără ruperea acestora. Metodele de control al calității materialelor, semifabricatelor sau pieselor finite prin **D.** sînt bazate pe faptul că prezența defectelor, a neomogenităților, determină schimbarea caracteristicilor lor fi-

Scanned with OKEN Scanner

zice (densitate, electroconductibilitate, permeabilitate magnetică, elasticitate etc.). Cea mai răspîndită este *metoda vizuală*. Aceasta se realizează privind cu ochiul liber sau cu ajutorul unor mijloace optice: stereoscop binocular, microscop metalografic orizontal sau vertical cu instalații de privit pe suprafețele interioare ale țevilor, pe suprafețele interioare ale orificiilor ș.a. Metoda pune în evidență: pori, sufluri, crăpături, fisuri, fulgi, defecte ale îmbinărilor sudate sau lipite, mărimea grăunților, caracterul ruperilor la coroziune. **controlul cu raze Roentgen sau cu raze** $\gamma$ se bazează pe diferența dintre puterea de pătrundere a acestora prin materialul cu și fără defecte (fig. D 2). Dacă în calea razelor X intervin goluri în piesă (sufluri, retasuri etc.), cantitatea și puterea de pătrundere a razelor X trecute va fi mai mare și, ca urmare, pe film locul va apare mai întunecat. Filmul, sensibil la lumina din mediul exterior (albă) se află după piesă, într-o casetă acoperită cu hîrtie neagră, care nu împiedică trecerea razelor X ci numai pătrunderea luminii albe. Sursa de raze X poate fi aparat Roentgen sau betatron. Imaginea pe care se observă defectul poate fi proiectată și pe un ecran fluorescent care se luminează sub acțiunea razelor X, într-un diascop. Punerea în evidență a defectelor superficiale se poate realiza prin *defectoscopie capilară* (fig. D. 3). Piesa, în prealabil curățată și degresată, se cufundă 10—20 min într-o baie cu lichid penetrant, de culoare ușor sesizabilă, care pătrunde în defect. După aceea, suprafața piesei se curăță cu apă sau cu o substanță specială, în acest caz însă penetrantul colorat rămînînd în defect. În continuare suprafața piesei se acoperă cu strat relativ subțire de developant care absoarbe penetrantul colorat din defect punîndu-l în evidență. În loc de substanțe colorate se pot utiliza substanțe care devin fluorescente, deci ușor sesizabile, dacă sînt luminate cu o anumită radiație (de ex. radiații ultraviolete generate de lămpi speciale). Metodele defectoscopice se pot baza și pe proprietățile electrice ale materialelor (*defectoscopie electroinductivă, rezistivă* și *termoelectrică*). **controlul cu ultrasunete** se bazează pe comportarea undelor ultrasonore de la un generator de ultrasunete (frecvența $10^6$ perioade/s) la traver-

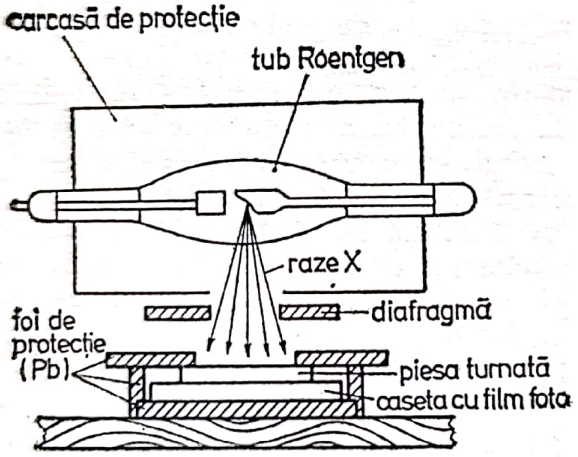



Fig. D. 2.

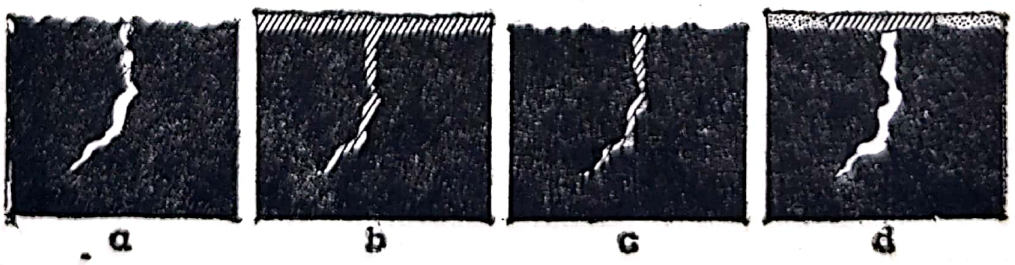



Fig. D. 3.

sarea unui material metalic. În cazul cînd nu întîlnesc nici un defect se propagă prin material fără ca intensitatea lor să scadă. Dacă însă întîlnesc un defect, intensitatea lor scade și aparatul înregistrator așezat sub piesă, care interceptează undele ce au traversat materialul sesizînd defectul îi indică poziția. Sesizarea se poate realiza și reflectînd (în caz că nu se dispune decît de o parte pentru acces) undele trecute prin piesă spre aparatul înregistrator.

**controlul magnetic** se realizează numai în cazul materialelor metalice cu proprietăți magnetice (oțel și alte aliaje speciale), în special, pentru punerea în evidență a fisurilor și crăpăturilor. Liniile de forță ale cîmpului magnetic se concentrează la limita crăpăturilor, respectiv, fisurilor; ca urmare, o pulbere magnetică (oxizi magnetici de fier) se va concentra în locurile cu crăpături și va pune în evidență defectul.

**DEFORMARE,** defect la produsele laminate sau trase care apare sub formă de modificări ale dimensiunilor în planul secțiunii transversale sau longitudinale, de modificări ale axei longitudinale sau de orientări ale axelor din secțiunile transversale în lungul axei longitudinale. Schimbarea configurației poate fi cauzată de forma și dimensiunile materialului inițial; de modul de pregătire și de temperatura de prelucrare a materialului; de felul calibrării; de calitatea, starea și reglarea utilajelor, sculelor de laminare și tragere; de nerespectarea procesului tehnologic. La secțiunile patrate și dreptunghiulare schimbarea configurației apare sub formă de deformare în același sens a unghiurilor drepte opuse, prin înclinarea laturilor și se numește *oblicitate*. La țevi, bandaje și discuri apare sub formă de dimensiuni inegale de perete, măsurate în poziții diametral opuse, în secțiunea transversală, numită *excentricitate* sau sub formă de abatere de la forma prescrisă datorită unei deformări, numită *ovalitate*. Mai poate apărea sub diferite alte forme: 1) *Subțiere și concavitate, îngroșare și convexitate,* în secțiune transversală dreptunghiulară cu o variație în grosime după o curbă continuă de la margini spre mijloc. 2) *Torsionare, curbare, sucire,* mai ales la profile. Torsionarea se prezintă ca o rotire a secțiunilor transversale succesive în jurul axei longitudinale. Curbarea se caracterizează prin deformarea axei longitudinale. Sucirea este apariția concomitentă a torsionării și curbării, cu modificare accentuată a secțiunii transversale ca urmare a răsturnării în calibru a barei laminate. 3) *Albie, ondulare, cută, încrețire, denivelare,* care sînt modificări ale conformației prescrise, datorită unor denivelări și curbări izolate sau succesive și grupate. 4) *Capete și margini deformate la tăiere,* prin turtire și uneori desfigurare. 5) *Laminat și tras neterminat,* caracterizat prin secțiune mai mare și formă diferită de cea finală prescrisă, datorită faptului că laminarea sau tragerea s-a întrerupt din cauza unor defecțiuni în procesul de fabricație din alte cauze. 6) *Urechi și limbă,* care apar datorită conformației neregulate a capetelor de tablă și a benzilor late. Urechile apar din lungirea excesivă a părților de margine, iar limba rezultă din lungirea exagerată a părților din mijloc.

**DEFORMARE PLASTICĂ,** metodă de prelucrare avînd ca scop obținerea de semifabricate sau piese finite prin deformarea permanentă a materialelor în stare solidă, la cald sau la rece, fără fisurarea macroscopică sub acțiunea unei forțe exterioare. Reprezintă un domeniu important al metalurgiei prelucrătoare, cca 60% din piesele metalice folosite în indus-

Scanned with OKEN Scanner

trie fiind prelucrate prin **D. P.** Metoda necesită un consum minim de material și realizează produse cu o precizie dimensională mare. După **D. P.** structura materialelor devine mai compactă și mai omogenă. Forța care acționează asupra materialului metalic se transmite fiecărui grăunte, deformarea producîndu-se în mod frecvent prin alunecare. Ca urmare, o anumită parte a grăuntelui cristalin se mișcă în direcția planelor de densitate maximă de atomi dar, deformarea se obține în special prin deplasarea unor porțiuni mici din cristal, numite dislocații. În cazuri mai puțin obișnuite, **D. P.** poate avea loc și prin maclare. În procesul de maclare o parte din cristal se deplasează simetric față de restul, de-a lungul unui plan numit plan de maclare. În timpul diverselor operații de **D. P.** metalele și aliajele se comportă după anumite legi, dintre care se menționează: legea volumului constant, legea rezistenței minime și legea similitudinii. Potrivit *legii volumului constant*, **D. P.** a materialelor metalice are loc practic fără variație de volum. Conform *legii rezistenței minime*, în situația cînd particulele unui material metalic supus deformării au posibilitatea de a se deplasa în trei direcții, perpendiculare între ele, deformarea se face de preferință în direcția în care acestea întîmpină cea mai mică rezistență. Ca urmare, secțiunea transversală a pieselor supuse la compresiune (refulare) tinde să prezinte o formă rotunjită. În conformitate cu *legea similitudinii* lucrul mecanic, $W$, necesar pentru deformarea unor corpuri geometrice asemenea și din același material este proporțional cu volumul, $V$, sau greutatea, $G$, și se exprimă prin relația: $\frac{W}{W_1} = \frac{V}{V_1} = \frac{G}{G_1}$. Prin corpuri asemenea sînt definite corpurile la care raportul volumelor este egal cu raportul dimensiunilor liniare ridicate la cub, iar raportul suprafețelor, $A$, este egal cu patratul raportului dimensiunilor liniare. Notînd cu $l$, $h$ și $b$, lungimea, înălțimea și lățimea corpului, aceste rapoarte se exprimă astfel:

$$\frac{V}{V_1} = \left(\frac{l}{l_1}\right)^3 = \left(\frac{h}{h_1}\right)^3 = \left(\frac{b}{b_1}\right)^3 \text{ și}$$

$$\frac{A}{A_1} = \left(\frac{l}{l_1}\right)^2 = \left(\frac{h}{h_1}\right)^2 = \left(\frac{b}{b_1}\right)^2.$$

În procesul de **D. P.** intervin în principal următorii parametri: coeficient de deformare, grad de deformare și viteză de deformare. *Coeficientul de deformare* reprezintă raportul dintre dimensiunea materialului după deformarea plastică și cea inițială. În funcție de înălțime (grosime) lățime și lungime se disting: coeficient de reducere a înălțimii, $\gamma$, coeficient de lățire, $\beta$ și coeficient de alungire, $\lambda$. Notînd cu $h_0$, $b_0$ și $l_0$, înălțimea, lățimea și lungimea inițială și cu $h_1$, $b_1$ și $l_1$ aceleași dimensiuni după deformarea plastică, coeficienții de deformare se obțin astfel: $\gamma = \frac{h_1}{h_0}$, $\beta = \frac{b_1}{b_0}$ și $\lambda = \frac{l_1}{l_0}$. În cazul unor procedee de deformare, cum este laminarea, coeficienții de deformare pot fi parțiali, atunci cînd se referă la o singură trecere a materialului și totali atunci cînd se referă la toate trecerile, $n$, ale materialului în timpul laminării. Ca urmare, valoarea coeficientului mediu de deformare rezultă din media geometrică a coeficienților parțiali de deformare. De ex.: avînd determinați coeficienții de alungire parțiali, $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\ldots\lambda_n$, pentru $n$ treceri ale materialului prin cilindri de laminare, coeficientul mediu de alungire este dat de relația: $\lambda_m = \sqrt[n]{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdots \lambda_n}$. *Gradul de deformare*, raportul între

dimensiunea după deformare plastică ($h$) și dimensiunea inițială ($h_0$), se exprimă prin relația $\varepsilon_h = \frac{h'}{h_0}$ sau $\varepsilon_h = \frac{h - h_0}{h_0} \cdot 100$ [%]. Diferența dintre dimensiunile inițiale și finale raportate la dimensiunea inițială, se numește grad de deformare relativă. Acesta se calculează conform relației $\varepsilon_r = \frac{h_0 - h}{h_0}$ și poate fi exprimat, de asemenea, în %. *Viteza de deformare* reprezintă raportul între deformarea medie rezultată, $\varepsilon$, într-o anumită direcție și timpul, $t$, în care a avut loc deformarea. Se poate exprima cu relația: $v_{dm} = \frac{\varepsilon}{t}$.

În funcție de complexitate, principalele procedee folosite pentru **D. P.** a metalelor și aliajelor sînt: →*laminarea*, →*tragerea*, →*trefilarea*, →*extrudarea*, →*forjarea*, →*matrițarea*, →*ambutisarea* și →*ștanțarea*. După temperatură **D. P.** se poate realiza la rece și la cald.

**deformarea plastică la cald** se realizează la o temperatură mai mare decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la c.** atunci cînd deformarea are loc cu încălzirea prealabilă a materialului. La stabilirea temperaturii de deformare, $T_{dc}$, trebuie să se țină seama de relația: $T_{dc} = (0{,}65 - 0{,}75)\ T_t$. În timpul deformării au loc trei procese în paralel: deformarea rețelei cristaline, detensionarea și recristalizarea acesteia.

**deformarea plastică la rece** se realizează la o temperatură mai mică decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la r.** atunci cînd are loc fără încălzirea prealabilă a materialului. Operația produce o modificare a structurii, grăunții alungindu-se în sensul deformării și totodată are loc ecruisarea materialului. De asemenea, acesta devine anizotrop.

**DEFOSFORAREA OȚELULUI,** eliminare a fosforului din baia metalică, în timpul elaborării oțelurilor, prin oxidarea și trecerea oxidului de fosfor în zgură. Pentru oțel, fosforul este un element dăunător, mai ales la un conținut mai mare de 0,050% P (micșorează reziliența și mărește fragilitatea oțelului la rece, la temperatură obișnuită). **D. O.** reprezintă o fază importantă în cadrul etapei de afinare. În baia metalică fosforul se află sub formă de fosfură de fier, $Fe_2P$. Oxidarea fosforului are loc cu ajutorul oxidului feros, după reacțiile:

$$5FeO + 2Fe_2P = P_2O_5 + 9Fe \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 3FeO = (FeO)_3P_2O_5.$$

Oxidul de fosfor sub formă de fosfat feros trece în zgură. Dacă zgura este acidă se formează silicatul de fier, iar oxidul de fosfor eliberat în contact cu fierul, revine în baia metalică conform reacțiilor:

$$2(FeO)_3P_2O_5 + 3SiO_2 = 3(FeO)_2SiO_2 + 2P_2O_5 \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 9Fe = 5FeO + 2Fe_2P.$$

În cazul procedeului bazic, zgura avînd un conținut ridicat de CaO, se formează fosfatul de calciu stabil:

$$(FeO)_3P_2O_5 + nCaO = (CaO)_nP_2O_5 + 3FeO.$$

dimensiunea după deformare plastică ($h$) și dimensiunea inițială ($h_0$), se exprimă prin relația $\varepsilon_h = \frac{h'}{h_0}$ sau $\varepsilon_h = \frac{h - h_0}{h_0} \cdot 100$ [%]. Diferența dintre dimensiunile inițiale și finale raportate la dimensiunea inițială, se numește grad de deformare relativă. Acesta se calculează conform relației $\varepsilon_r = \frac{h_0 - h}{h_0}$ și poate fi exprimat, de asemenea, în %. *Viteza de deformare* reprezintă raportul între deformarea medie rezultată, $\varepsilon$, într-o anumită direcție și timpul, $t$, în care a avut loc deformarea. Se poate exprima cu relația: $v_{dm} = \frac{\varepsilon}{t}$.

În funcție de complexitate, principalele procedee folosite pentru **D. P.** a metalelor și aliajelor sînt: →*laminarea*, →*tragerea*, →*trefilarea*, →*extrudarea*, →*forjarea*, →*matrițarea*, →*ambutisarea* și →*ștanțarea*. După temperatură **D. P.** se poate realiza la rece și la cald.

**deformarea plastică la cald** se realizează la o temperatură mai mare decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la c.** atunci cînd deformarea are loc cu încălzirea prealabilă a materialului. La stabilirea temperaturii de deformare, $T_{dc}$, trebuie să se țină seama de relația: $T_{dc} = (0{,}65 - 0{,}75)\ T_t$. În timpul deformării au loc trei procese în paralel: deformarea rețelei cristaline, detensionarea și recristalizarea acesteia.

**deformarea plastică la rece** se realizează la o temperatură mai mică decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la r.** atunci cînd are loc fără încălzirea prealabilă a materialului. Operația produce o modificare a structurii, grăunții alungindu-se în sensul deformării și totodată are loc ecruisarea materialului. De asemenea, acesta devine anizotrop.

**DEFOSFORAREA OȚELULUI,** eliminare a fosforului din baia metalică, în timpul elaborării oțelurilor, prin oxidarea și trecerea oxidului de fosfor în zgură. Pentru oțel, fosforul este un element dăunător, mai ales la un conținut mai mare de 0,050% P (micșorează reziliența și mărește fragilitatea oțelului la rece, la temperatură obișnuită). **D. O.** reprezintă o fază importantă în cadrul etapei de afinare. În baia metalică fosforul se află sub formă de fosfură de fier, $Fe_2P$. Oxidarea fosforului are loc cu ajutorul oxidului feros, după reacțiile:

$$5FeO + 2Fe_2P = P_2O_5 + 9Fe \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 3FeO = (FeO)_3P_2O_5.$$

Oxidul de fosfor sub formă de fosfat feros trece în zgură. Dacă zgura este acidă se formează silicatul de fier, iar oxidul de fosfor eliberat în contact cu fierul, revine în baia metalică conform reacțiilor:

$$2(FeO)_3P_2O_5 + 3SiO_2 = 3(FeO)_2SiO_2 + 2P_2O_5 \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 9Fe = 5FeO + 2Fe_2P.$$

În cazul procedeului bazic, zgura avînd un conținut ridicat de CaO, se formează fosfatul de calciu stabil:

$$(FeO)_3P_2O_5 + nCaO = (CaO)_nP_2O_5 + 3FeO.$$

Scanned with OKEN Scanner

dimensiunea după deformare plastică ($h$) și dimensiunea inițială ($h_0$), se exprimă prin relația $\varepsilon_h = \frac{h'}{h_0}$ sau $\varepsilon_h = \frac{h - h_0}{h_0} \cdot 100$ [%]. Diferența dintre dimensiunile inițiale și finale raportate la dimensiunea inițială, se numește grad de deformare relativă. Acesta se calculează conform relației $\varepsilon_r = \frac{h_0 - h}{h_0}$ și poate fi exprimat, de asemenea, în %. *Viteza de deformare* reprezintă raportul între deformarea medie rezultată, $\varepsilon$, într-o anumită direcție și timpul, $t$, în care a avut loc deformarea. Se poate exprima cu relația: $v_{dm} = \frac{\varepsilon}{t}$.

În funcție de complexitate, principalele procedee folosite pentru **D. P.** a metalelor și aliajelor sînt: →*laminarea*, →*tragerea*, →*trefilarea*, →*extrudarea*, →*forjarea*, →*matrițarea*, →*ambutisarea* și →*ștanțarea*. După temperatură **D. P.** se poate realiza la rece și la cald.

**deformarea plastică la cald** se realizează la o temperatură mai mare decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la c.** atunci cînd deformarea are loc cu încălzirea prealabilă a materialului. La stabilirea temperaturii de deformare, $T_{dc}$, trebuie să se țină seama de relația: $T_{dc} = (0{,}65 - 0{,}75)\ T_t$. În timpul deformării au loc trei procese în paralel: deformarea rețelei cristaline, detensionarea și recristalizarea acesteia.

**deformarea plastică la rece** se realizează la o temperatură mai mică decît temperatura de recristalizare, $T_r$, a materialului. În funcție de temperatura de topire, $T_t$, temperatura de recristalizare se aproximează cu relația: $T_r = 0{,}4\ T_t$. Practic se consideră **d. p. la r.** atunci cînd are loc fără încălzirea prealabilă a materialului. Operația produce o modificare a structurii, grăunții alungindu-se în sensul deformării și totodată are loc ecruisarea materialului. De asemenea, acesta devine anizotrop.

**DEFOSFORAREA OȚELULUI,** eliminare a fosforului din baia metalică, în timpul elaborării oțelurilor, prin oxidarea și trecerea oxidului de fosfor în zgură. Pentru oțel, fosforul este un element dăunător, mai ales la un conținut mai mare de 0,050% P (micșorează rezilienta și mărește fragilitatea oțelului la rece, la temperatură obișnuită). **D. O.** reprezintă o fază importantă în cadrul etapei de afinare. În baia metalică fosforul se află sub formă de fosfură de fier, $Fe_2P$. Oxidarea fosforului are loc cu ajutorul oxidului feros, după reacțiile:

$$5FeO + 2Fe_2P = P_2O_5 + 9Fe \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 3FeO = (FeO)_3P_2O_5.$$

Oxidul de fosfor sub formă de fosfat feros trece în zgură. Dacă zgura este acidă se formează silicatul de fier, iar oxidul de fosfor eliberat în contact cu fierul, revine în baia metalică conform reacțiilor:

$$2(FeO)_3P_2O_5 + 3SiO_2 = 3(FeO)_2SiO_2 + 2P_2O_5 \quad \text{și}$$

$$P_2O_5 + 9Fe = 5FeO + 2Fe_2P.$$

În cazul procedeului bazic, zgura avînd un conținut ridicat de CaO, se formează fosfatul de calciu stabil:

$$(FeO)_3P_2O_5 + nCaO = (CaO)_nP_2O_5 + 3FeO.$$

Scanned with OKEN Scanner

**D. O.** este apreciată pe baza raportului dintre conținutul de fosfor din zgură (P) și din baia metalică [P], numit *grad de defosforare*, $\eta_P = \frac{(P)}{[P]}$.

Analiza termodinamică a reacției arată că gradul de defosforare este cu atît mai mare cu cît zgura este mai bazică, oxidantă și temperatura mai scăzută.

**DEGAZARE,** operație de eliminare a gazelor absorbite de un metal sau aliaj în perioada de elaborare (în principal, hidrogen, oxigen și azot) care în timpul solidificării pot rămîne înglobate în masa metalică sub formă de incluziuni sau goluri (sufluri, microsufluri etc.). Se poate realiza prin barbotarea băii metalice din cuptor sau oala de turnare, cu mijloace mecanice rotative, vibrante (oala atașată la o grindă vibrantă) sau cu ultrasunete, cu gaze inerte față de metalul lichid (argon, azot, hexacloretan ș.a.) introduse în baie, prin țevi sau pe la fundul oalei, prin materiale refractare poroase sau prin expunerea ei la vid înaintat (foarte eficient).

**DEGRESARE,** îndepărtare a substanțelor grase (unsoare, ulei etc.) de pe suprafața unui metal. Se poate realiza *chimic,* prin spălare în solvenți anorganici (NaOH, KOH, $Na_3PO_4$, $Na_2SiO_3$ ș.a.) sau organici (benzină, petrol lampant, white spirit, tricloretilenă ș.a.); *electrochimic* (electrolit fiind de ex.: 40—50% NaOH, 60—70% $Na_3CO_3$, 10—15 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ și 3—5% sticlă solubilă); sau *cu ultrasunete* (20—1 000 kHz) care acționează asupra pieselor de degresat aflate în diferite compoziții de soluții (de ex.: NaOH, $Na_2SiO_3$, $NaNO_2$).

**DENDRITĂ,** cristale formate la solidificare sau sublimare, care se dezvoltă multidirecțional în spațiu, pe axe de gradul 1, 2, 3, ..., *n* sub formă de ramificații. Numele său provine de la cuvîntul grecesc *dendron* = = copac. În fig. D.4 se prezintă schematic formarea **D.** *(a)* și schema creșterii ei *(b)*.

**DEPOZIT DE COCS,** spațiu special amenajat pentru depozitarea și expedierea cocsului necesar elaborării unui metal sau aliaj. În cazul întreprinderilor siderurgice care nu dispun de cocserie, **D. de C.** are rol important: trebuie să asigure funcționarea furnalelor min. 30 zile. Depozitarea se poate face în stive, care se realizează de obicei cu macarale portal cu graifer, iar preluarea din stive se face cu mașini speciale

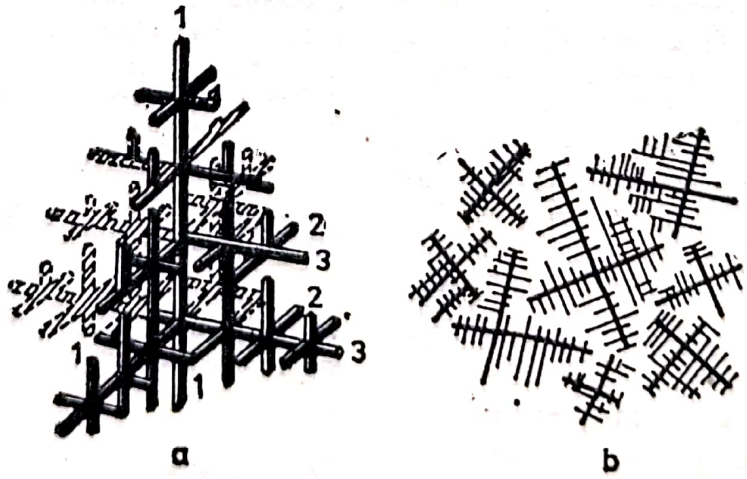



**Fig. D. 4.**

**D. O.** este apreciată pe baza raportului dintre conținutul de fosfor din zgură (P) și din baia metalică [P], numit *grad de defosforare*, $\eta_P = \frac{(P)}{[P]}$. Analiza termodinamică a reacției arată că gradul de defosforare este cu atît mai mare cu cît zgura este mai bazică, oxidantă și temperatura mai scăzută.

**DEGAZARE,** operație de eliminare a gazelor absorbite de un metal sau aliaj în perioada de elaborare (în principal, hidrogen, oxigen și azot) care în timpul solidificării pot rămîne înglobate în masa metalică sub formă de incluziuni sau goluri (sufluri, microsufluri etc.). Se poate realiza prin barbotarea băii metalice din cuptor sau oala de turnare, cu mijloace mecanice rotative, vibrante (oala atașată la o grindă vibrantă) sau cu ultrasunete, cu gaze inerte față de metalul lichid (argon, azot, hexacloretan ș.a.) introduse în baie, prin țevi sau pe la fundul oalei, prin materiale refractare poroase sau prin expunerea ei la vid înaintat (foarte eficient).

**DEGRESARE,** îndepărtare a substanțelor grase (unsoare, ulei etc.) de pe suprafața unui metal. Se poate realiza *chimic*, prin spălare în solvenți anorganici (NaOH, KOH, $Na_3PO_4$, $Na_2SiO_3$ ș.a.) sau organici (benzină, petrol lampant, white spirit, tricloretilenă ș.a.); *electrochimic* (electrolit fiind de ex.: 40—50% NaOH, 60—70% $Na_3CO_3$, 10—15 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ și 3—5% sticlă solubilă); sau *cu ultrasunete* (20—1 000 kHz) care acționează asupra pieselor de degresat aflate în diferite compoziții de soluții (de ex.: NaOH, $Na_2SiO_3$, $NaNO_2$).

**DENDRITĂ,** cristale formate la solidificare sau sublimare, care se dezvoltă multidirecțional în spațiu, pe axe de gradul 1, 2, 3, . . . , *n* sub formă de ramificații. Numele său provine de la cuvîntul grecesc *dendron* = = copac. În fig. D.4 se prezintă schematic formarea **D.** *(a)* și schema creșterii ei *(b)*.

**DEPOZIT DE COCS,** spațiu special amenajat pentru depozitarea și expedierea cocsului necesar elaborării unui metal sau aliaj. În cazul întreprinderilor siderurgice care nu dispun de cocserie, **D. de C.** are rol important: trebuie să asigure funcționarea furnalelor min. 30 zile. Depozitarea se poate face în stive, care se realizează de obicei cu macarale portal cu graifer, iar preluarea din stive se face cu mașini speciale

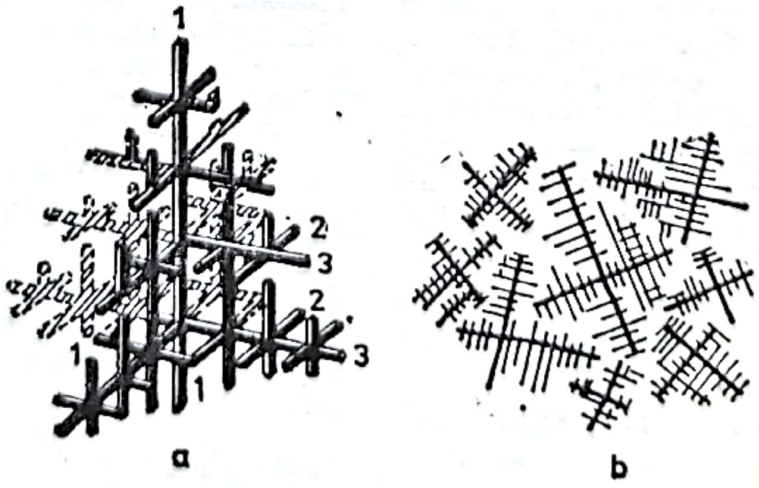



Fig. D. 4.

de încărcare cu braț cu roată și cupe. La întreprinderile siderurgice moderne care au cocserie, cocsul se transportă direct la silozurile de zi ale furnalelor cu ajutorul transportoarelor cu bandă, după sortarea acestuia la cocserie.

**DEPOZIT DE FONTĂ,** spațiu special amenajat pentru depozitarea și expedierea blocurilor de fontă rezultate de la mașina de turnat fontă pe bandă. Constă dintr-o estacadă pe stîlpi de beton sau metalici, prevăzută cu căi de rulare la cca 10—12 m înălțime, pe care circulă un pod rulant cu electromagnet de 5—15 t. Estacada este de tip deschis; în deschiderea podului rulant se află două căi ferate marginale, una servind la aducerea fontei în vagoane, iar cealaltă pentru expediție. Între liniile ferate se depozitează fonta sub formă de stive și pe calități. Atît linia ferată de intrare cît și cea de expediție se prevăd cu poduri-bascule.

**DEPOZIT DE MINEREU,** spațiu special amenajat pentru depozitarea minereurilor necesare elaborării unui metal sau aliaj, de ex.: fontă, feronichel, plumb, cupru etc. În cazul elaborării fontei în furnal, unde sînt necesare cantități mari de minereu de fier, se amplasează fie în lungul estacadei silozurilor de zi ale furnalelor, fie la distanțe mai mari de furnale; în acest ultim caz trebuie astfel amplasat încît să deservească atît furnalele cît și fabricile de aglomerare sau peletizare. Capacitatea de depozitare depinde de distanța de la care se aduce minereul, de posibilitățile de transport în cursul anotimpului friguros, de numărul sorturilor de minereu etc. Uzinele care se aprovizionează pe cale ferată și sînt amplasate în zone cu ierni friguroase sau cele care se aprovizionează cu minereuri de la distanțe foarte mari pe apă cu posibilitatea de a naviga cea mai mare parte din an prevăd **D. de M.** a căror capacitate de depozitare (exclusiv parcurile de omogenizare) asigură funcționarea furnalelor pe o perioadă de 15—60 zile. Manipularea materiilor prime din depozit se face, după caz, cu macarale portal de deschidere mare și cu graifer de mare capacitate sau cu mașini rotative cu cupe (fig. D.5), iar transportul se face cu vagoane de căi ferate sau cu benzi transportoare.

**DESCLOIZIT,** Pb (Zn, Cu) [OH/$VO_4$], vanadat de plumb, zinc și cupru, cristalizat în sistemul ortorombic. Are duritatea 3—5 (scara Mohs) și densitatea 5,9—6,2 kg/dm³. Prezintă culoarea verde-oliv, roșie, brun-roșie, brun-închis, neagră, în funcție de conținutul în cupru. Conține 22,7% $V_2O_5$, 55,4% PbO, 19,7% ZnO, 2,2% $H_2O$. Se găsește în Austria, Zambia, Namibia, Argentina, S.U.A. etc. Minereurile cu **D.** se concentrează și se folosesc la extragerea vanadiului și la elaborarea aliajelor sale.

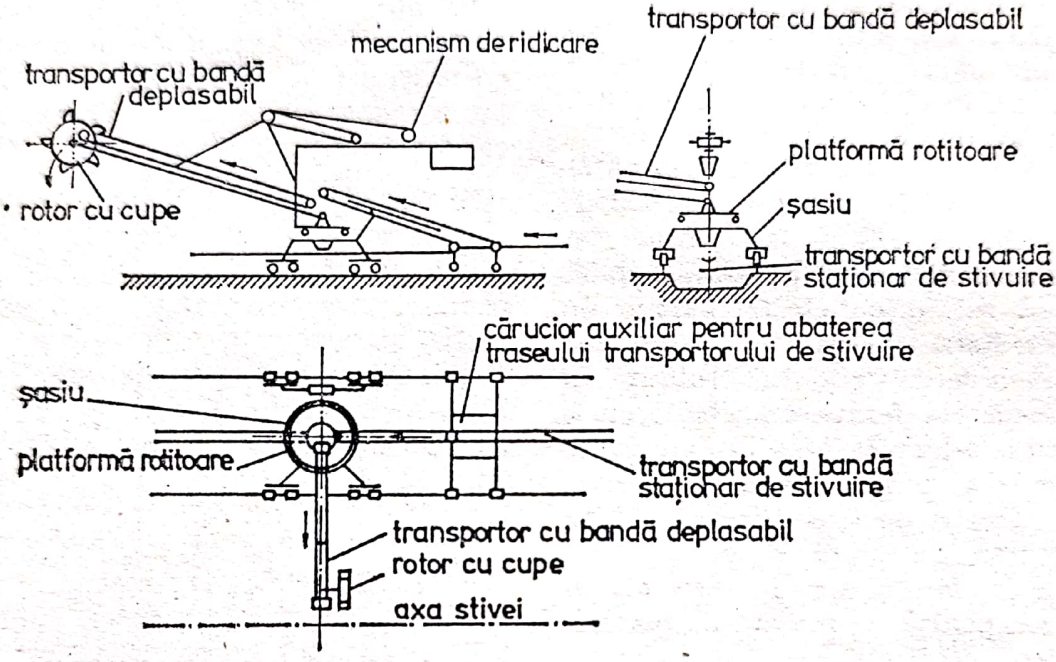
**DESTANARE,** operație de rafinare folosită în metalurgia extractivă neferoasă pentru eliminarea staniului din unele metale sau aliaje.

**DESTUPARE,** operație de deschidere a orificiului de scurgere a zgurei sau a unui metal sau aliaj, în stare lichidă, dintr-un cuptor de elaborare (furnal, cubilou, cuptor Siemens-Martin etc.).

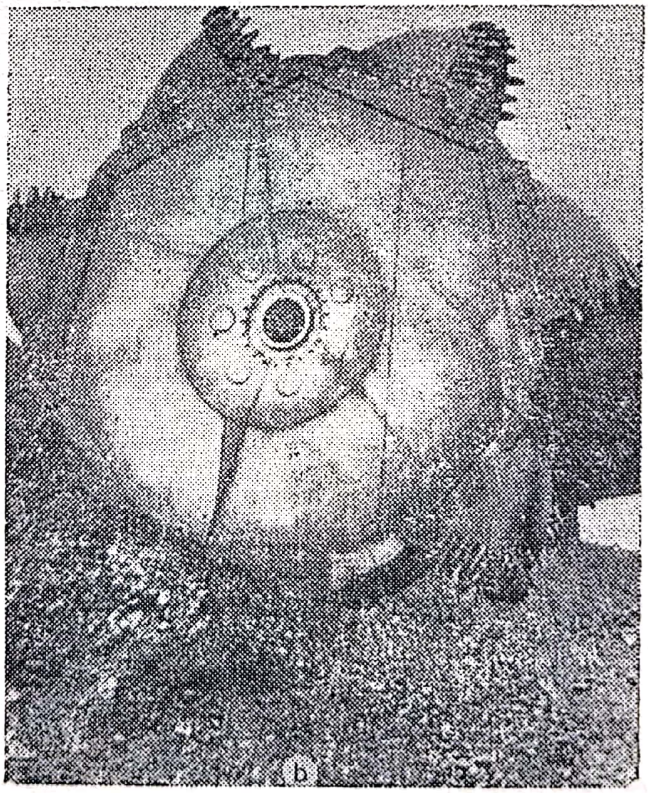
**DESULFURARE,** operație tehnologică pentru îndepărtarea sulfului, în general, dintr-o substanță solidă, lichidă sau gazoasă, în metalurgie, în principal, dintr-un metal, aliaj sau din materiile prime utilizate la elaborarea acestora, sulful fiind un element dăunător pentru numeroase metale și aliaje (de ex.: pentru fonte și oțeluri). Eficacitatea unui procedeu de **D.** se apreciază după *gradul de desulfurare*, $\Delta S$; pentru unitatea de masă (kg, t) sau volum ($m_n^3$) de

furnal sau după evacuarea fontei din furnal. *Desulfurarea fontei în furnal*, material de desulfurat se calculează cu relația $\Delta S = \frac{S_i - S_f}{S_i} \cdot 100$, în care: $S_i$ reprezintă cantitatea de sulf existentă în material înainte de D., iar $S_f$, cantitatea de sulf rămasă după D.

**DESULFURAREA FONTEI,** operație de îndepărtare a sulfului din fontă, în timpul procesului de elaborare în




a



b

**Fig. D. 5.**

furnal sau după evacuarea fontei din furnal. *Desulfurarea fontei în furnal*, adică trecerea sulfului din fontă în zgură, are loc aproape numai în creuzet, sub nivelul gurilor de vînt, unde este asigurat un contact bun între fontă și zgură. Se poate realiza numai printr-o funcționare a furnalului cu zgură bazică, o parte din sulf trecînd în zgură, conform reacțiilor: Procesul are loc cu consum mare de căldură, deci se produce numai la temperaturi înalte, și consum suplimentar de cocs, ducînd la creșterea prețului de cost al fontei. Ținînd seama de cheltuielile ridicate pentru **D. F.** în furnal, s-au cercetat metodele de desulfurare *după evacuarea fontei din furnal* sau înaintea introducerii ei în cuptoarele de elaborare a oțelului. Majoritatea procedeelor de desulfurare folosesc fie amestecuri pe bază de carbonat de sodiu, $Na_2CO_3$, fie pe bază de var, CaO. Există și procedee care utilizează amestecuri formate din $Na_2CO_3$ și CaO. În Japonia, se utilizează cu succes un agent de desulfurare pe bază de carbură de calciu, $CaC_2$. Cea mai eficientă și cea mai practică metodă de desulfurare în afara furnalului este *desulfurarea fontei în oală*. În Japonia, procedeul denumit **procedeul KR** (fig. D.6), are loc în oale de fontă cu o capacitate de 120—160 t și durează numai 7—10 min. În timpul operației, oala se acoperă cu o placă, prin care pătrunde un agitator acționat de un dispozitiv special. Agentul de desulfurare, carbura de calciu, pătrunde în oală printr-o țeavă. Consumul specific de carbură de calciu este de 2—4 kg/t fontă, obținîndu-se un conținut de sulf în fontă de 0,005%. Ca agent desulfurant se mai poate folosi un amestec de 90% var și 10% carbonat de sodiu. În ultimul timp, la desulfurarea fontei, după evacuarea ei din furnal se utilizează ca agenți desulfuranți: pulbere și granule de magneziu, aliaje secundare de magneziu, magneziu-cocs și magneziu—dolomită.

$$FeS + CaO = FeO + CaS + 730 \text{ kcal } (3{,}051 \cdot 10^6 \text{ J})$$

$$FeO + C = Fe + CO - 34290 \text{ kcal } (143{,}332 \cdot 10^6 \text{ J})$$

$$FeS + CaO + C = Fe + CaS + CO - 33560 \text{ kcal } (140{,}281 \cdot 10^6 \text{ J})$$

**DESULFURAREA OȚELULUI,** îndepărtarea sulfului din baia metalică în timpul elaborării oțelurilor. În oțelul lichid sulful se prezintă sub formă de FeS. După solidificare, în oțel nu rămîne dizolvată decît o cantitate foarte mică de sulf (0,015—0,02% S); restul se depune la marginea cristalelor, formînd împreună cu Fe un eutectic care se topește la 988°C. Din acest motiv, oțelurile cu conținut ridicat de sulf, la temperaturi în jur de 988°C sînt fragile, fenomen cunoscut sub numele de *fragilitate la roșu*. Cînd conținutul de carbon și mangan în oțel este scăzut, fragilitatea la roșu, practic nu prezintă importanță la un conținut de sulf sub 0,02%. În principiu, **D. O.**

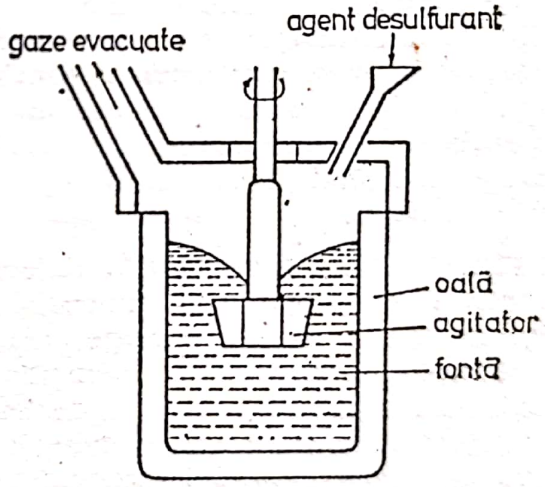



**Fig. D. 6.**

se obține cu ajutorul unor elemente care au o afinitate mai mare pentru sulf decît fierul, dintre care, cel mai des utilizate sînt manganul și calciul. **desulfurarea cu mangan** decurge conform reacției: $FeS + Mn = MnS + Fe$. Sulfura de mangan rezultată, fiind insolubilă în oțel, trece în zgură. Din analiza termodinamică a acestei reacții rezultă că gradul de desulfurare este cu atît mai mare cu cît temperatura este mai scăzută și cu cît conținutul de mangan al băii metalice este mai mare.

**desulfurarea cu calciu** se realizează cu ajutorul oxidului de calciu din zgură, la contactul între aceasta și baia metalică, conform reacției: $FeS + CaO = CaS + FeO$. Sulfura de calciu și oxidul feros trec în zgură. Condițiile termodinamice de desfășurare a acestei reacții arată că gradul de desulfurare este cu atît mai mare cu cît temperatura este mai mare, bazicitatea mai mare și conținutul de oxid feros din zgură mai mic. Operația are loc cu un randament mai mare atunci cînd cantitatea de zgură este mai mare.

**DETERIORARE MECANICĂ,** defect de configurație sau de dimensiuni (fig. D. 7) la piesele turnate, care poate apărea în timpul operațiilor finale de realizare a acestora (dezbatere, detașarea adaosurilor tehnologice, curățire, eventual remaniere sau în timpul transportului). Cauze posibile ale apariției defectului: alimentatoarele, răsuflătoarele sau maselotele au avut secțiuni prea mari sau nu au fost crestate suficient înainte de îndepărtarea mecanică; la dezbatere piesele au fost prea calde; la piesele din aliaje fragile curățirea s-a făcut brusc sau neatent. Sin. *știrbire.*

**DEXTRINĂ,** produs natural rezultat din degradarea amidonului prin hidroliză parțială cu acizi sau sub acțiunea enzimelor (la ~ 40°C) sau prin încălzire la 170°C. Se obține, mai ales, din amidon de porumb sau de cartofi. Se livrează calitățile: *A* (numai din cartofi) și *G1* și *G2* (din cartofi sau din porumb). Prezintă aspect de pudră *fină*, albă (*A*) sau galbenă-deschis pînă la galbenă-închis (*G1* și *G2*). Are miros caracteristic, max. 10% umiditate, 35—55% solubilitate în apă rece (raportată la substanța uscată) la cele de calitatea *A* și 83—95% la cele de calitățile *G1* și *G2*, 93—95% solubilitate în apă caldă, cenușă raportată la substanța uscată 0,8% și aciditate 6%. Se utilizează ca liant în turnătorie.

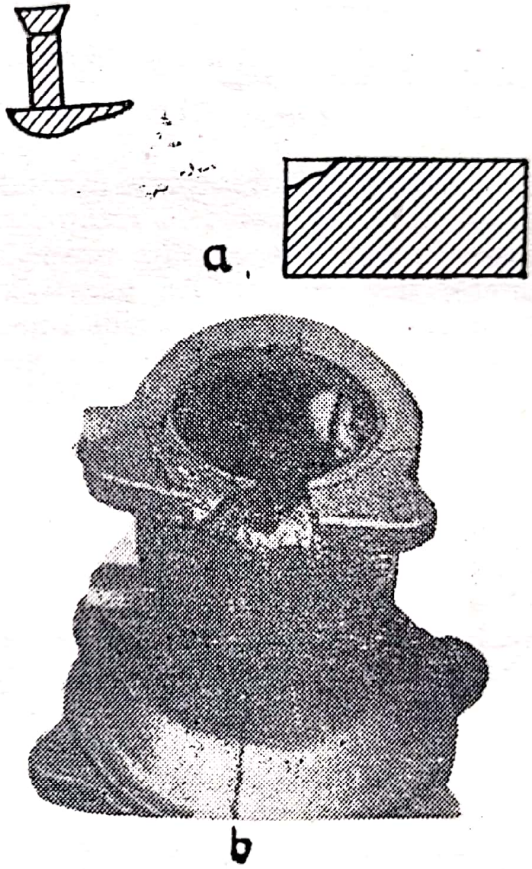



**Fig. D. 7.** Deteriorare mecanică: *a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

**DEZARSENIERE,** operație folosită în metalurgia extractivă neferoasă pentru îndepărtarea arseniului din metale și aliaje sau din unele materii prime (minereuri de fier, cenuși de pirită etc.).

**DEZAXARE,** defect la piesele turnate sau matrițate, datorită deplasării unei părți a piesei în raport cu cealaltă parte a ei și descentrării contururilor, a cavităților sau a orificiilor față de suprafața piesei. În fig. D. 8 sînt prezentate tipurile de

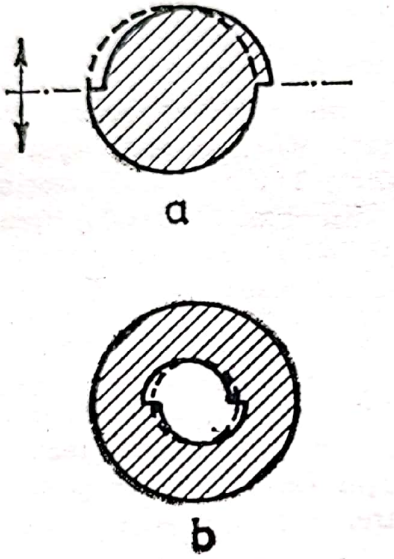



**Fig. D. 8.** Dezaxare

**D.** la piesele turnate. Cauze posibile ale apariției defectului: potrivire incorectă sau joc la asamblarea modelului, la mărci, la placa-model, la rame; rame cu rigiditate mică; avarierea formei la asamblare; potrivire incorectă sau joc foarte larg la asamblarea cutiei de miez. La piesele matrițate defectul se datorește fie montării incorecte a semimatrițelor fie deplasării acestora în timpul matrițării. La rîndul lor semimatrițele se deplasează din cauza jocului prea mare în ghidajele de alunecare a berbecului ciocanului.

**DEZBATEREA FORMELOR DE TURNARE,** operație de scoatere a pieselor turnate din forme, după răcire. Se poate realiza cu →*grătarul de dezbatere,* cu →*ciocanul pneumatic,* cu →*vibratorul pneumatic,* cu →*grinda vibrantă* sau în instalații vibrante.

**DEZINTEGRATOR,** utilaj folosit pentru sfărîmarea bulgărilor de amestec de formare pentru turnătorii, rezultați după dezbatere, în scopul reutilizării amestecului folosit. Sfărîmarea bulgărilor de amestec se realizează prin dirijarea acestora între două discuri cu bolțuri (*1* și *2*) care se rotesc cu viteză mare în sens contrar (fig. D. 9). Bulgării, în cădere, se lovesc de bolțuri, sînt proiectați pe discuri și de pe acestea din nou pe bolțuri ș.a.m.d. în final depunîndu-se la partea inferioară a **D.** amestecul afînat.

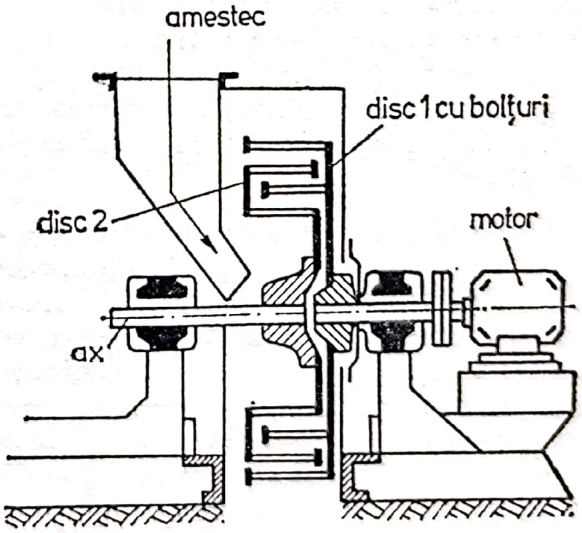



**Fig. D. 9.**

**DEZINTEGRATOR THEISSEN,** aparat utilizat, în special, la furnalele de construcție mai veche, pentru epurarea fină a gazului de furnal. Are o construcție asemănătoare cu a unui ventilator centrifugal, fiind compus

dintr-o carcasă sub formă de melc cu un ştuţ de refulare, aşezat între două ştuţuri de aspiraţie. În interiorul carcasei se găseşte un rotor care constă dintr-un ax cu disc de care sînt fixate, pe ambele părţi, palete şi patru rînduri concentrice de bare care se rotesc printre alte bare fixate de carcasă. Împreună cu discul rotorului se roteşte şi un tambur din tablă perforată în interiorul căruia se introduce apă, prin intermediul unor conducte. Gazul este aspirat de rotor în direcţie radială; apa introdusă în tamburul perforat este împroşcată prin găuri şi pulverizată foarte fin (dezintegrată) la trecerea printre rîndurile de bare ale rotorului şi ale carcasei. În acelaşi timp, particulele cele mai fine de praf sînt umezite şi proiectate de forţa centrifugă pe pereţii aparatului, împreună cu picăturile de apă; apa cu particulele de praf este evacuată prin ţevi de scurgere sub formă de închizătoare hidraulice în şanţurile de colectare, iar gazul epurat este introdus într-un separator de picături, deoarece conţine multă apă, după care, este refulat în reţeaua de conducte, pentru distribuţia la consumatori.

**DEZOXIDANT,** material care conţine unul sau mai multe elemente cu afinitate pentru oxigen mai mare decît a metalului de bază din care este format un aliaj în stare lichidă. **D.** pentru fonte sau oţeluri trebuie să aibă în compoziţia lor chimică cel puţin un element care posedă o afinitate faţă de oxigen mai mare decît a fierului (de ex.: ferosiliciu, feromangan, silicocalciu etc.). **D.** au o capacitate de dezoxidare variabilă după cum la temperatura de dezoxidare, tensiunea de disociere a oxizilor care se formează în urma acestei operaţii este mai mică în comparaţie cu oxidul metalic care a fost redus. Capacitatea de dezoxidare se apreciază pe baza *cifrei caracteristice a dezoxidantului,* care pentru **D.** folosiţi în mod curent se calculează, în funcţie de proporţia în elemente dezoxidante (Mn, Si, Ca, Al) cu relaţia: $C = \%\ Mn + 3\%\ Si + 11\%\ Ca + 18\%\ Al$.

**DEZOXIDARE,** operaţie care urmăreşte eliminarea oxigenului din baia metalică a unui metal sau aliaj sub formă de oxid metalic. Produsele rezultate din această operaţie trec în zgură. Determinînd conţinutul de oxid din baie $[MeO]_i$, înainte şi $[MeO]_f$ după **D.**, se poate aprecia *gradul de dezoxidare,* $\eta_d$ cu relaţia:

$$\eta_d = \frac{[MeO]_i - [MeO]_f}{[MeO]_i} \cdot 100.$$

În mod obişnuit, **D.** se face adăugînd dezoxidanţi, în baia metalică din cuptorul de elaborare şi în oala de turnare.

**DEZOXIDAREA OŢELULUI,** operaţia de eliminare a oxigenului existent sub formă de oxid feros, din baia metalică a unui oţel. Oxidul feros influenţează negativ proprietăţile mecanice precum şi unele proprietăţi tehnologice ale oţelului (deformare plastică la cald şi la rece) avînd tendinţa ca după solidificare să se depună la marginea grăunţilor cristalini. Stabilind conţinutul de oxid feros din baia de oţel, $[FeO]_i$, înainte şi $[FeO]_f$, după **D.O.,** *gradul de dezoxidare* a oţelului se calculează cu relaţia: $\eta_d = \frac{[FeO]_i - [FeO]_f}{[FeO]_i} \cdot 100.$

Operaţia se realizează în cuptorul de elaborare şi în oala de turnare cu ajutorul unor procedee bazate pe dezoxidarea prin precipitare, dezoxidarea prin difuzie şi dezoxidarea în vid. Poate fi precedată de o fază preliminară care se face în cuptorul de elaborare şi care se numeşte *predezoxidare.*

**dezoxidare în vid,** procedeu de dezoxidare a oţelului în oala de turnare

prin realizarea unei presiuni scăzute deasupra zgurii, ceea ce favorizează o fierbere a băii metalice, ca urmare a reacției dintre carbonul și oxidul feros din oțel. Rezultate bune se obțin atunci cînd **d. în v.** se combină cu barbotarea băii metalice cu un gaz neutru (argon, $CO_2$).

**dezoxidare prin difuzie,** procedeu de dezoxidare a oțelului bazat pe folosirea unor zgure capabile să asigure difuzia oxidului feros, FeO, din baia metalică în zgură. După compoziția zgurilor folosite se realizează cu zgure bogate în $SiO_2$, reducătoare și sintetice. *Dezoxidarea cu zgure bogate în $SiO_2$* se practică numai în cuptoare cu căptușeală acidă și constă în difuziunea oxidului feros, FeO, din baie în zgura cu conținut ridicat în $SiO_2$. Pentru a forma silicați de fier în zgură se adaugă dioxid de siliciu liber (cuarțit, spărturi de cărămizi silica etc.). *Dezoxidarea cu zgure reducătoare* se practică în cuptoare electrice cu căptușeală bazică și se bazează pe reducerea oxidului feros FeO, din zgură, ceea ce conduce la difuziunea acestuia din baia metalică în zgură. Reducerea oxidului feros se obține adăugînd în zgură agenți reducători (ferosiliciu, cocs, $CaC_2$, aluminiu etc.) și are loc conform reacției: $FeO + R = RO + Fe$. Fierul rezultat din această reacție trece în baia metalică. În funcție de conținutul de $CaC_2$ zgura poate fi carbidică sau albă. *Dezoxidarea cu zgure sintetice, procedeul Ugine-Perrin,* elaborată de metalurgul francez R. Perrin, în oțelăriile de la Ugine (Franța), folosește zgure formate special (sintetice), care conțin cantități reduse de oxid feros, ceea ce permite difuzarea acestuia din baie în zgură. În acest scop, zgura sintetică lichidă, în proporție de 3—5% față de greutatea oțelului, se introduce în oala de turnare peste care urmează să curgă oțelul din cuptor. Prin barbotare, viteza de difuzie a oxidului feros crește, dezoxidarea avînd loc într-un timp scurt. Se folosesc zgure bazice care conțin $Al_2O_3$ și $TiO_2$.

**dezoxidare prin precipitare,** procedeu de dezoxidare care constă în introducerea unor dezoxidanți în baia metalică a unui aliaj. În funcție de cifra caracteristică a dezoxidanților utilizați $C_1$, $C_2$, $C_3$, ..., $C_n$ și a cantităților (kg/t) introduse în baia unui oțel $x$, $y$, $z$, ..., $n$, se stabilește *gradul de calmare* a unui oțel care poate fi obținut prin dezoxidare, cu relația: $\eta_c = \frac{xC_1 + yC_2 + zC_3 + \ldots nC_n}{1000}$

**d. prin p.** se poate face: cu aluminiu, cu mangan, cu siliciu, cu mangan și siliciu, cu mangan, siliciu și aluminiu, cu mangan, siliciu și calciu. *Dezoxidarea cu aluminiu* se bazează pe folosirea aluminiului metalic care introdus în baia metalică a oțelului, formează oxidul de aluminiu, $Al_2O_3$, care trece în zgură. Aluminiul are o capacitate de dezoxidare mare care crește pe măsură ce temperatura băii metalice scade. Dezoxidarea numai cu aluminiu nu este indicată deoarece la introducerea unei cantități mai mari de aluminiu se formează particule numeroase de oxid de aluminiu legate de particule de oxid feros care au tendința de a rămîne în oțel. În acest caz oțelul conține multe incluziuni nemetalice, are proprietăți mecanice mai scăzute și se comportă nesatisfăcător la deformații plastice. Operația se utilizează numai pentru completarea dezoxidării făcute cu alți dezoxidanți. *Dezoxidarea cu mangan,* constă în introducerea în baia metalică a oțelului a unui aliaj cu conținut ridicat de mangan, de obicei, feromangan. Oxidul manganos, MnO, care se formează trece, în mare parte, în zgură. Manganul este un dezoxidant

Scanned with OKEN Scanner

slab și utilizarea numai a manganului nu este suficientă pentru a obține o calmare a oțelului. Operația se aplică la oțelurile necalmate pentru a regla conținutul de oxid feros, FeO, care poate rămîne în oțel în timpul solidificării. *Dezoxidarea cu mangan, siliciu și aluminiu* constă dintr-o predezoxidare cu un aliaj cu conținut ridicat de mangan (feromangan) și de siliciu (ferosiliciu) în cuptorul de elaborare, urmată de o dezoxidare cu ferosiliciu pe jgheabul de turnare și în oala de turnare și completată, în final, cu o dezoxidare cu aluminiu. Se asigură astfel eliminarea avansată în zgură a produselor rezultate din reacțiile de dezoxidare. *Dezoxidarea cu mangan, siliciu și calciu* se realizează printr-o predezoxidare cu un aliaj cu conținut ridicat de mangan (feromangan) și de siliciu (ferosiliciu), urmată de dezoxidarea propriu-zisă în oala de turnare, folosind ferosiliciu și un aliaj de siliciu și calciu, CaSi, sau de siliciu, calciu și mangan, CaSiMn. Se formează silicați complecși (Fe, Mn, Ca) $SiO_{2+x}$ care se retopesc la temperaturi joase și decantează rapid în zgură, rezultînd un oțel curat cu o plasticitate bună. *Dezoxidarea cu mangan și siliciu* se realizează prin introducerea în baia metalică a oțelului a unui aliaj cu conținut ridicat de mangan (feromangan) și cu conținut ridicat de siliciu (ferosiliciu). La început se introduce feromangan astfel ca să nu se depășească cca 0,50% Mn în oțel. După decantarea produselor rezultate se adaugă ferosiliciu, rezultînd silicați (Fe, $Mn)_2SiO_4$ și (FeMn) $SiO_3$, care trec ușor în zgură. Rezultate mai bune se obțin dacă în locul ferosiliciului se adaugă silicomangan într-o proporție convenabilă care să asigure în baia de oțel, raportul [Mn]/[Si] = 8—4. *Dezoxidarea cu siliciu* se realizează prin introducerea în baia metalică a oțelului a unui aliaj cu conținut ridicat de siliciu, de obicei, ferosiliciu. Dioxidul de siliciu rezultat trece în zgură cu formare de silicați. Dacă adaosul de siliciu este mare se formează FeO. $SiO_2$ care este aproape solid și prezintă o viteză mică de trecere în zgură. În acest scop se face mai întîi o predezoxidare în cuptor cu puțin siliciu. Pentru oțelul calmat dezoxidarea se continuă în oala de turnare prin adaos de ferosiliciu.

**DIAGRAMA Fe—C,** reprezentare grafică a relației între temperatură (considerînd $p$ = ct) și compoziție la sistemul Fe—C (fig. D. 10). A fost trasată, prima dată, în 1897, de metalurgul englez R. Austen, pe baza studiului fazelor și constituenților din aliajele Fe—C și a punctelor critice descoperite, în 1868, de metalurgul rus D. K. Cernov. Solubilitatea carbonului în Feα în stare solidă este foarte mică ($\sim 10^{-3}$%), în timp ce în Feγ la temperaturi înalte ajunge pînă la ~2%. Din totalitatea aliajelor Fe—C sînt luate în considerare cele care au utilitate practică, limitate teoretic la un conținut de 6,67% C, corespunzător $Fe_3C$. Carbura de fier se poate descompune cu separare de grafit; de aceea, diagrama de echilibru, avînd în vedere posibilitatea de existență a carbonului sub formă de compus ($Fe_3C$) sau grafit, poate fi reprezentată ca diagramă binară Fe—$Fe_3C$ numită *metastabilă* și Fe-grafit, numită *stabilă*. Din diagrama Fe—$Fe_3C$ rezultă condițiile de echilibru la diferite temperaturi a următoarelor faze: aliaj lichid, ferită, austenită și cementită. În afara acestora în sistemul Fe—$Fe_3C$ apar constituenți bifazici: ledeburită și perlită. Aliajele Fe—C cu un conținut pînă la 2,06% C se numesc →*oțeluri* iar aliajele care conțin mai mult de 2,06% C (pînă la 6,67% C) se numesc →*fonte*.

**DIAGRAMĂ DE ECHILIBRU,** reprezentare grafică din care rezultă re-

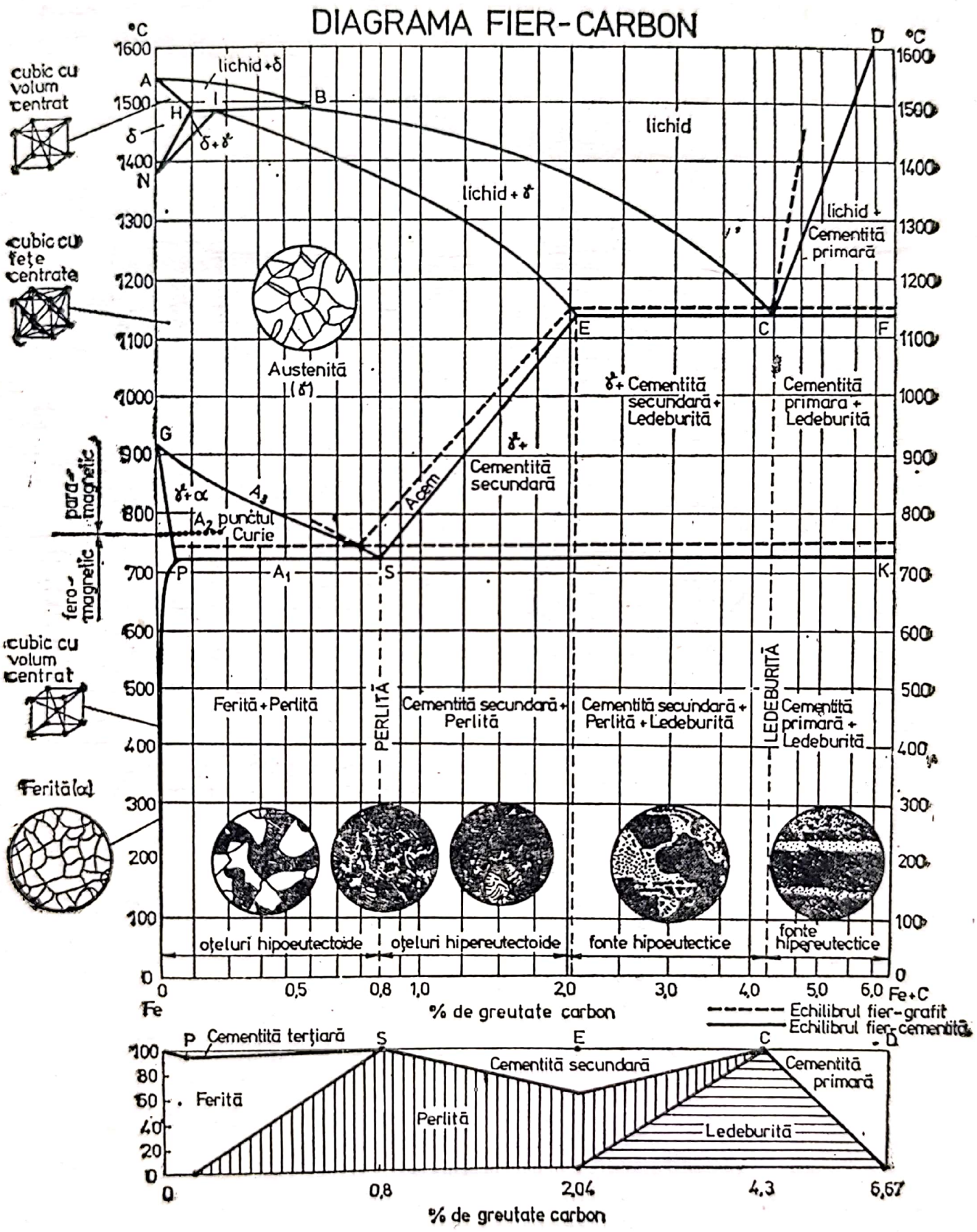



**Fig. D. 10.**

Scanned with OKEN Scanner

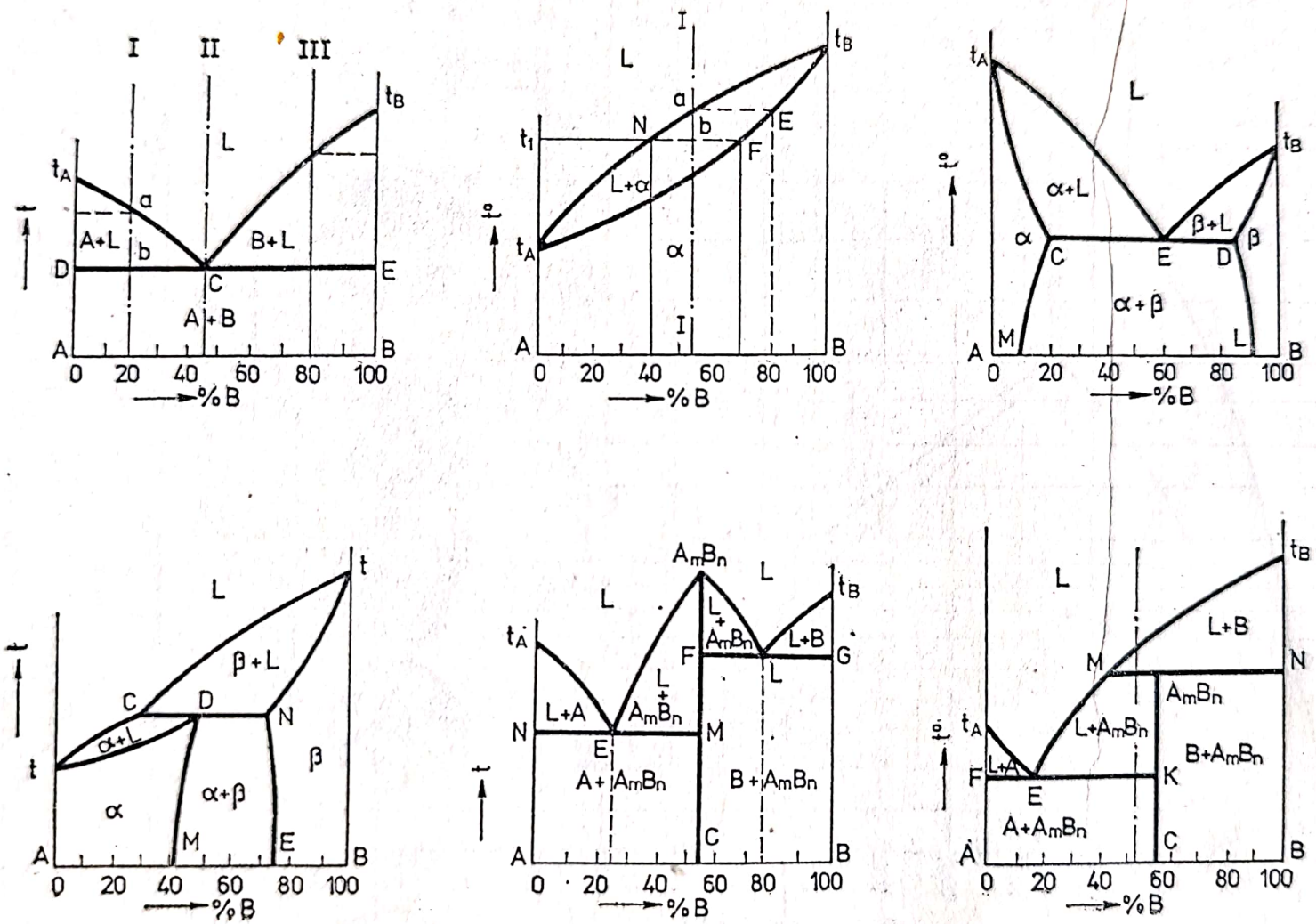

I
II
III
L
$t_A$
$t_B$
a
b
A+L
B+L
D
C
E
A+B
A
B
0 20 40 60 80 100
%B
t
$t_1$
N
E
F
L+α
α
α+L
β+L
β
α+β
M
L
$A_mB_n$
L+A
L+B
$A_mB_n$
A+$A_mB_n$
B+$A_mB_n$
G
K
L+$A_mB_n$
B+$A_mB_n$
A+$A_mB_n$

Fig. D. 11,

laţia între temperatura, compoziţia şi starea fizică a unui sistem, în condiţii de echilibru. Cînd sistemul constă dintr-un singur component, **D. de E.** se bazează pe o singură variabilă (*temperatura*, presiunea atmosferică fiind constantă) în timp, aspectul ei fiind reprezentat prin curbe de încălzire sau răcire (→ *curbă de răcire*), porţiunile orizontale indicînd schimbarea stării de agregare. Dacă sistemul constă din doi componenţi, diagrama are la bază două variabile: *temperatura* şi *concentraţia*. Pe ordonată se reprezintă temperatura iar pe abscisă concentraţia fiecărui component pur (în cazul general notaţi cu *A* şi *B*) corespunzîndu-i o ordonată. Între ele punctele de pe abscisă corespund compoziţiei aliajelor lor, suma componenţilor reprezentînd 100%. Fiecărei compoziţii îi corespunde o temperatură de început şi de sfîrşit de cristalizare (topire) a aliajului. Dacă se plasează aceste puncte pe diagramă şi se unesc între ele, trasînd curbe, se obţine **D. de E.** din care rezultă starea sistemului în funcţie de temperatura şi concentraţia aliajului. Curba care uneşte punctele corespunzătoare temperaturilor de sfîrşit de cristalizare şi, respectiv, început de topire se numeşte *curba solidus*. La temperaturi situate sub curba solidus aliajul se află în stare solidă. Curba care uneşte punctele corespunzătoare temperaturilor de început de cristalizare şi, respectiv, sfîrşit de topire se numeşte *curba liquidus*. În intervalul de temperaturi situat între curbele lichidus şi solidus se află în echilibru două faze: soluţie lichidă şi cristale solide. Aspectul **D. de E.** (fig. D. 11), succesiunea proceselor de cristalizare şi structura aliajului în stare solidă depind de caracterul interacţiunii dintre cei doi componenţi. **D. de E.** caracterizează calitativ şi cantitativ aliajele obţinute. Compoziţia şi cantitatea fazelor în echilibru la o anumită temperatură rezultă prin aplicarea regulii pîrghiei. Conform acesteia, de ex. pentru aliajele din componenţi total solubili în stare lichidă şi solidă la temperatura $t_1$ (pentru aliajul indicat prin verticală de compoziţie I—I) se separă cristale de soluţie solidă $\alpha$ ce conţin 40% *B* şi, deci, 60% *A*, în lichid cu 70% *B* şi 30% *A*, în cantitate dată de raportul segmentelor $Nb : NF \times 100$ (%), restul fiind lichid. *Diagramele de echilibru ternare* (cu trei componenţi) sînt reprezentări spaţiale (fig. D. 12) în care compoziţiile sînt înregistrate într-un triunghi echilateral, iar temperaturile perpendicular pe suprafaţa triunghiului; în acest fel, diagrama se înscrie într-o

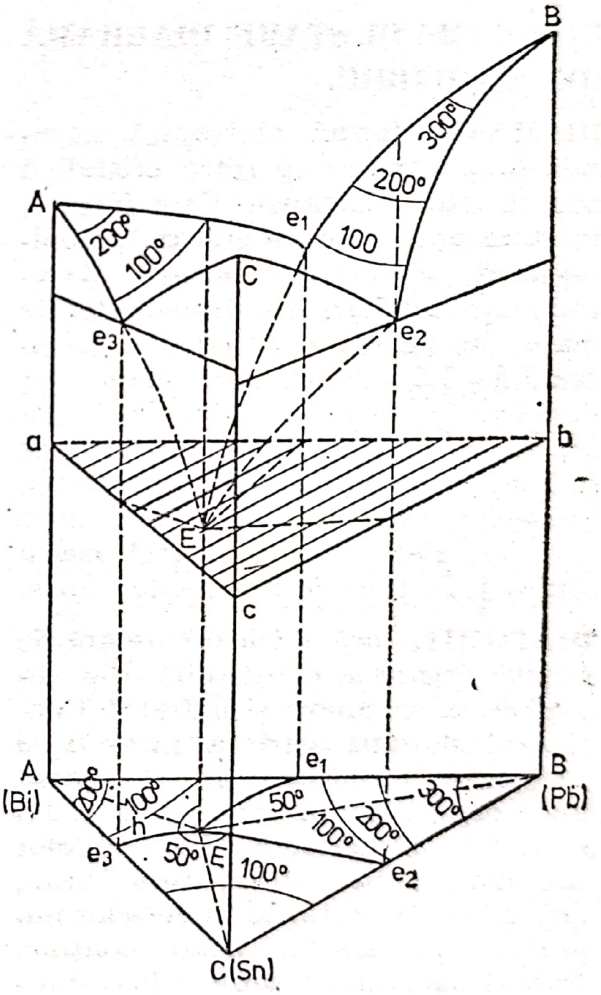



**Fig. D. 12.**

prismă triunghiulară dreaptă. Liniile din *diagramele de echilibru binare* devin suprafețe în diagramele ternare, iar punctele linii. Întrucît această reprezentare este complicată și greu de urmărit se trasează secțiuni plane, verticale denumite *diagrame quasibinare* și secțiuni plane, orizontale, denumite izoterme. **D. de E.** sînt utilizate în metalurgia fizică și în alte domenii ale metalurgiei *(→ diagrama Fe—C)*. Sin. *diagramă de stare, diagramă de fază.*

**DIAGRAMĂ DE FAZĂ, DIAGRAMĂ DE ECHILIBRU.**

**DIAGRAMĂ DE STARE, DIAGRAMĂ DE ECHILIBRU.**

**DIAMANT,** formă alotropică naturală a carbonului cu rețea cristalină proprie (tip diamant). Este incolor, în stare pură, sau de culoare gălbuie-roșiatică, albăstruie, neagră, datorită impurităților. Are duritate foarte mare (10, pe scara Mohs) și densitatea 3,5—3,6 kg/dm³. Rău conducător de căldură și electricitate, nu este atacat de acizi și baze. Este folosit ca piatră prețioasă și la prelucrarea metalelor sau aliajelor foarte dure (găurire, șlefuire). Diamantul negru servește la prelucrarea rocilor dure.

**DIATOMIT,** rocă silicioasă ușoară de origine organică, constituită din dioxid de siliciu amorf și hidratat. Conținutul de apă variază între 1 și 21%. Se formează din carapacea unor organisme cu diatomee sau din scheletele radiolarilor. Este incolor sau colorat în galben, roșu, brun, gri, albastru, datorită diverselor impurități pe care le poate conține. Posedă luciu gras sau sticlos, duritatea 6,0 (scara Mohs) și densitatea 1,9—2,2 kg/dm³. Sub formă pulverulentă (numit *tripoli* sau *kiselgur*) se utilizează ca material abraziv pentru lustruirea metalelor sau pentru fabricarea dinamitei. Prin încălzire la 300 — 400°C, se elimină apa și se obține un material care conține peste 90% $SiO_2$, care se folosește la fabricarea cărămizilor termoizolante. (Aceste cărămizi rezistă pînă la 900°C, dar prezintă o rezistență la compresiune scăzută). În țara noastră se găsește în Dobrogea (Adamclisi, Pojorîta) și la Tîrgu Ocna. Rezerve importante de **D.** se găsesc în Franța, U.R.S.S., Italia, Australia etc.

**DIMENSIUNE NECORESPUNZĂTOARE,** defect la piesele realizate prin prelucrare la cald care constă din abateri dimensionale față de cotele indicate pe desenul tehnologic. Cauze posibile ale apariției defectului la piesele turnate pot fi: contracție incorect prevăzută, frînată sau neuniformă; extragere necorespunzătoare din formă a modelului; dilatarea formei la uscare; îndesare slabă a formei; model deformat în timpul îndesării. Cauze posibile ale apariției defectului la piesele forjate sau matrițate: material inițial insuficient stabilit prin calcul sau la debitare; menținere îndelungată la încălzire și, deci, pierderi mari de material prin oxidare; executarea incorectă a operațiilor intermediare; proces tehnologic greșit întocmit sau scule și dispozitive necorespunzătoare.

**DISKRASIT,** $Ag_2Sb$, mineral de argint. Cristalizează în sistemul rombic și prezintă culoarea alb-argintie, uneori gri închis. Are duritatea 3,5 (scara Mohs) și densitatea 9,4 — 10 kg/dm³. Compoziția sa chimică este variabilă: 64,29—84,38% Ag și 15,62—35,71% Sb. Se găsește în R. F. Germania, Bolivia, Chile etc. Se folosește ca materie primă în metalurgia argintului.

**DISLOCAȚIE,** defect liniar în aranjamentul atomic spațial al rețelei cristaline din care este formată structura unui metal sau aliaj. Reprezintă linii care separă în planele de alune-

Scanned with OKEN Scanner

care regiunile cristalului care au suferit alunecări de cele care au rămas fixe. Obținerea unui metal sau aliaj fără **D.** este aproape imposibilă. Deformarea plastică a materialelor metalice are loc prin deplasarea acestor **D.** chiar la tensiuni mici. Pot fi: *marginale*, cînd linia de dislocație este perpendiculară pe direcția de deplasare, (fig. D. 13, *b*) sau *elicoidale*, cînd linia de dislocație este paralelă cu direcția de deplasare (fig. D. 13, *a*).

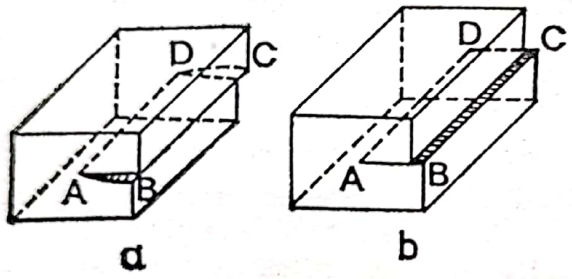



**Fig. D. 13.**

**DISOCIERE TERMICĂ,** reacție chimică reversibilă de descompunere a unei substanțe sub acțiunea căldurii în alte substanțe cu masa moleculară mai mică care se pot recombina cu formarea substanței inițiale. Sub o formă generală se poate prezenta astfel: $AB \rightleftarrows + B$, și este caracterizată prin *gradul de disociere* $\alpha$, care reprezintă raportul dintre numărul de molecule disociate și numărul total de molecule: $\alpha = \frac{\text{numărul de molecule disociate (moli)}}{\text{numărul total de molecule (moli)}}$. În metalurgie, **D. T.** a oxizilor, carbonaților sau sulfurilor metalice prezintă o importanță deosebită la obținerea metalelor. În acest caz din reacție rezultă o substanță solidă, *A* și una gazoasă, *B*. Presiunea parțială a gazului rezultat, atunci cînd reacția se află în echilibru, se numește *tensiune de disociere*. Aceasta se mărește cu creșterea temperaturii. În cazul oxizilor, carbonaților sau sulfurilor metalice, reprezintă un indice al stabilității la disociere a acestor substanțe. Cu cît, la o anumită temperatură, tensiunea de disociere este mai mare, cu atît substanța care se disociază are o stabilitate la disociere mai mică.

**DISTRIBUȚIE GRANULOMETRICĂ, GRANULOZITATE.**

**DOLOMIT,** $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, carbonat dublu de calciu și magneziu, cristalizat în sistemul romboedric. Mineral foarte răspîndit în natură, constituind lentile sau calcare dolomitice este casant, alb, verzui, roșietic, brun sau negru și are densitatea 2,85 — 2,95 kg/dm³. Compoziția sa chimică corespunde raportului $CaCO_3 : MgCO_3 \sim 1 : 1$; conține: 47,8% $CO_2$, 30,4% CaO, 21,7% MgO sau 54,35% $CaCO_3$ și 45,65% $MgCO_3$ (proporțiile de CaO și MgO sînt adesea ușor variabile). Este întrebuințat ca materie primă pentru obținerea materialelor refractare, ca fondant în siderurgie etc.

**DOMENIU DE TRANSFORMARE,** domeniu dintr-o diagramă de echilibru a unui sistem de aliaje delimitat de curbe de transformare în stare solidă, în cuprinsul căruia au loc anumite tipuri de transformări. De ex.: în cazul aliajelor Fe — C (→ *diagrama Fe — C)* acesta reprezintă domeniul de temperaturi în cuprinsul căruia are loc formarea austenitei la încălzire și transformarea ei la răcire, fiind delimitat de temperaturile corespunzătoare liniei *PK*, *GOS* și *SE*. Temperatura la care are loc o transformare de fază se numește temperatură de transformare sau punct critic. În partea stîngă a → *diagramei Fe—C* (domeniul oțelurilor) se dau notațiile punctelor critice. Punctul $A_1$, respectiv, $A_3$ ($A_{cem}$) mai sînt cunoscute și ca punct critic inferior, respectiv, punct critic superior. Punctele critice la încălzire se notează *Ac* (de la cuvîntul franțuzesc *arrêt chauffage* = oprire la încăl-

zire), iar cele la răcire se notează cu *Ar (arrêt refroidissement* = oprire la răcire). Punctele critice la răcire *(Ar)* sînt mai joase decît la încălzire *(Ac)*, acest fenomen de întîrziere la transformare fiind denumit „histerezis termic". În cazul stărilor în afară de echilibru, în funcție de viteza de răcire, apar puncte critice noi, care nu pot apărea pe diagrama de echilibru Fe—C: *Ar* — poziția punctului $A_1$ în funcție de viteza de răcire, $A_r''$ — poziția punctului de transformare bainitică; $M_s$ — temperatura la care începe (*s — start* = început) transformarea austenitei în martensită și $M_f$ — temperatura la care se termină (*f —finish* = sfîrșit) transformarea austenitei în martensită. Transformarea structurală a unui aliaj poate avea loc la răcire continuă sau la răcire izotermă. *Transformarea la răcire continuă* este transformarea structurală a unui aliaj la scăderea continuă a temperaturii în timp. Structurile rezultate depind de viteza de răcire aplicată. *Transformarea la răcire izotermă* este transformarea structurală a unui aliaj la temperatură constantă într-un anumit timp. Transformarea austenitei (în cazul oțelurilor) în funcție de temperatură și de durata de transformare este reprezentată în diagrama *T—T—T* (transformare-temperatură-timp) (→ *austenită)*.

**DOMȘA, ALEXANDRU** (n. 1903), inginer constructor de mașini român. Profesor la Institutul Politehnic din Cluj-Napoca. Membru al „American Powder Metallurgy Institute" din New York și al „Internationale Plansee — Gesellschaft für Pulvermetallurgie" (Austria). Bogată activitate didactică și științifică. A fost timp de 20 de ani rector al Institutului Politehnic din Cluj, la a cărui înființare a contribuit. Fondator al școlii românești de metalurgia pulberilor. A elaborat procedee originale privind fabricarea pulberilor metalice din materii prime indigene. Cercetări în domeniile materialelor speciale în construcția de mașini, metalografiei și încercărilor de materiale. A studiat reducerea oxizilor metalici. **Op. pr.:** *Pistoane* (1961), *Tehnologia fabricării pieselor din pulberi metalice* (1966, în colaborare).

**DOZARE,** operație pentru determinarea prin măsurare gravimetrică (cîntărire) sau volumetrică a cantității de materiale care intră în componența unui amestec. De ex.: cîntărirea minereurilor, calcarului și cocsului care intră în componența încărcăturii pentru producerea aglomeratului autofondant.

**DOZATOR,** aparat utilizat pentru stabilirea cantității exacte a fiecărui material care intră în componența unui amestec. Cele mai moderne **D.** asigură operația de dozare în flux continuu.

**DUCTILITATE,** proprietate a metalelor și aliajelor de a putea fi prelucrate prin tragere sub formă de fire.

**DURALINOX,** aliaj de aluminiu și magneziu destinat prelucrării prin deformare plastică (laminare, forjare și extrudare). Conține 0,5—7,2% Mg, 0,1—0,4% Mn și rest % Al. Aliajul cu mai puțin de 2% Mg prezintă o structură monofazică, formată numai din soluție solidă α. La un conținut de peste 2% Mg în structura aliajului se formează faza reprezentată de compusul intermetalic $Al_8Mg_5$. Ca urmare, pe măsură ce conținutul de magneziu se mărește, crește rezistența și duritatea și scade alungirea. Cel mai maleabil este aliajul cu 4—6% Mg. Pentru a putea fi bine prelucrate prin deformare plastică aliajele din categoria **D.**, după turnare, necesită o recoacere de omogenizare care se face la temperaturi cuprinse între 320 și 530°C.

Scanned with OKEN Scanner

cu menținere la temperatura de recoacere timp de 2—24 ore, urmată de o răcire în aer. Temperatura de recoacere și durata de menținere se stabilește în funcție de conținutul de magneziu. Caracteristica principală a aliajelor de tip **D.** este stabilitatea lor la coroziune și capacitatea de a-și menține luciul metalic. În funcție de conținutul de magneziu, în stare recoaptă sau ecruisată, principalele caracteristici mecanice variază în următoarele limite: rezistența de rupere la tracțiune de la 10 la 45 daN/mm², alungirea de la 5 la 26% și duritatea $HB = 30 - 120$. **D.** se deformează plastic sub formă de bare sau profile extrudate și tablă laminată. Este folosit la confecționarea panourilor, accesoriilor pentru biciclete, conductelor, rezervoarelor de benzină și uleiuri etc.

**DURALUMINIU,** aliaj de aluminiu, cupru și magneziu care poate fi durificat prin călire și îmbătrînire. Aliajele de tip **D.** pot fi deformate plastic și aproape toate mai conțin adaosuri de 0,2—1,5% Mn. Duritatea aliajului obținută după tratamentul termic se datorează fazei $CuAl_2$. Conținutul în cupru și magneziu variază în limite largi, astfel: 0,5—5,0% Cu și 0,2—2,7% Mg. Duritatea și rezistența de rupere ale aliajului cresc odată cu mărirea conținutului de cupru și magneziu și, concomitent, cu scăderea plasticității. Raportul între conținutul de cupru și magneziu are o influență deosebită asupra rezistenței și plasticității. La raportul Cu/Mg = 19 se obține un aliaj cu o plasticitate foarte mare dar cu o rezistență foarte scăzută. Rezistența ridicată și plasticitate mică se realizează la raportul Cu/Mg = = 1,3—2,7. Fierul sub formă de impurități diminuează efectul durificării după tratamentul termic, efect ce poate fi atenuat prin adaos de mangan care mărește și stabilitatea la coroziune. În vederea creșterii durității și rezistenței, **D.** se supune mai întîi unui tratament de călire care constă din încălzirea materialului la 490—510°C și răcirea lui în apă. Urmează apoi îmbătrînirea care se face prin menținerea materialului timp de 4—5 zile la temperatura mediului ambiant. Îmbătrînirea poate fi scurtată prin încălzire la 70—150°C. Prin tratament de călire și îmbătrînire **D.** capătă o rezistență de rupere la tracțiune similară oțelului (40—50 daN/mm²), iar duritatea ajunge la valori de $HB = 70 - 100$.

**DURIFICAREA PELETELOR,** procedeu de întărire a peletelor crude prin arderea lor la temperaturi de cca 1 200—1 300°C. Peletele obținute (pelete durificate) au o rezistență mecanică superioară și pot fi folosite în furnal sau în instalațiile de reducere directă. Se realizează în: cuptoare cu cuvă, prin autoîntărire (procedeul Gräncold), pe bandă și cuptor rotativ, pe bandă continuă.

**durificarea peletelor în cuptor cu cuvă,** procedeu de durificare a peletelor crude, într-un cuptor cu cuvă. Cuptorul cu cuvă are în general o secțiune dreptunghiulară, latura mică a secțiunii nedepășind 1 800 mm, pentru a evita înrăutățirea distribuției gazelor. Cuptorul este prevăzut la partea superioară, lateral, cu două camere în care sînt montate arzătoarele; în aceste camere se produc gazele fierbinți care se introduc în cuptorul propriu-zis, pentru arderea peletelor. Stratul de pelete crude se menține la o grosime mică. În cuvă are loc un schimb de căldură foarte eficient, care permite obținerea unui randament termic ridicat. Peletele se află permanent în mișcare, viteza de coborîre variind între 12—15 mm/min. Pe la baza cuvei se suflă aer care circulă în contracurent cu fluxul de pelete. Pentru desfacerea peletelor aglomerate se

Scanned with OKEN Scanner

prevăd la baza cuvei dispozitive de sfărîmare. Cuptoarele cu cuvă se folosesc în mod special pentru arderea peletelor obținute din magnetit, deoarece căldura eliberată prin oxidarea acestuia la hematit micșorează consumul specific de combustibil. Aceste cuptoare prezintă însă o serie de dezavantaje și anume: control dificil al procesului, pericol de agățare a coloanei de materiale, greutăți mari la arderea peletelor hematitice, capacitate de producție limitată la cca 1 000 t/zi.

**durificarea peletelor pe bandă continuă,** procedeu de durificare a peletelor pe o bandă metalică asemănătoare celor folosite pentru aglomerarea minereurilor, dar care se deosebește de acestea prin dimensiunea camerelor de aprindere și prin amenajarea unor zone de uscare, preîncălzire, și răcire cu recuperarea căldurii. Consumul de aer se controlează cu ajutorul unui număr mare de hote dispuse de-a lungul benzii. Marele avantaj al instalațiilor de **d. p. pe b. c.** îl constituie faptul că stratul de pelete fiind mic (cca 100 mm) nu se pot produce aglomerări de pelete prin lipire. În plus pot fi admise la ardere pe grătarul mașinii și pelete cu rezistențe mecanice mai mici, deoarece grosimea stratului este mică. Unul dintre procedeele moderne care s-a răspîndit destul de repede în întreaga lume este *procedeul Dravo-Lurgi*. Instalația este formată din cărucioare mobile, prevăzute la fund cu cîte un grătar și montate pe un lanț continuu. Sub grătarul cărucioarelor se găsesc mai multe cutii pentru introducerea aerului și absorbția gazelor, iar deasupra se află o hotă în care sînt instalate camerele de ardere. Pentru o durificare uniformă a peletelor în timpul procesului de ardere se prevede un strat de protecție pe fundul și părțile laterale ale fiecărui cărucior. Cea mai modernă instalație Dravo-Lurgi are o lățime de 3,5 m și o suprafață de durificare de 420 m²; produce 3 milioane tone pelete arse/an.

**durificarea peletelor pe bandă și cuptor rotativ,** procedeu de durificare a peletelor crude, aplicat, în special, peletelor obținute din concentrate hematitice, concentrate care necesită un aport de căldură foarte ridicat și un regim foarte strict de temperaturi, al cărui nerespectare duce la obținerea unor pelete cu rezistență slabă, sau la aglomerarea lor. Principalele faze ale procesului de ardere se execută pe trei agregate care funcționează separat. Uscarea și preîncălzirea se realizează pe o bandă continuă, peletele fiind preîncălzite la 900—1 000°C (banda nefiind supusă unor solicitări termice excesive). Arderea la temperaturi de 1 200—1 300°C se face într-un cuptor rotativ, în care, datorită rotației se produce și o anumită compactizare a peletelor, ceea ce le mărește rezistența. (Arderea la temperatură înaltă în cuptor rotativ nu pune probleme constructive ca în cazul benzilor). Peletele arse se răcesc cu aer într-un răcitor tip cuvă sau cu vatră mobilă, aerul preîncălzit fiind utilizat în continuare pentru combustie în cuptorul rotativ.

**durificarea peletelor prin autoîntărire,** procedeu de fabricare a peletelor din concentrate cu cca 60% fier, cu întărire într-un anumit timp, la temperatura mediului ambiant, utilizînd ca liant cimentul. Peletele crude cu cca 10% ciment obținute în peletizoare sînt transportate spre locurile de depozitare pe benzi acoperite cu un strat de concentrat de fier. În timpul transportului peletele crude care sînt lipicioase, se acoperă cu concentrat, care formează un strat superficial ce împiedică lipirea lor. Întărirea peletelor are loc în trei etape: în prima etapă, etapă de întărire latentă ce durează de la

Scanned with OKEN Scanner

cîteva ore pînă la 30 ore nu are loc o creștere aparentă a rezistenței; în etapa a doua, care durează 3—6 zile, are loc o creștere rapidă a rezistenței, atingîndu-se aproximativ 70% din rezistența finală; în cea de-a treia etapă rezistența finală este atinsă după un timp de întărire de cca 4 săptămîni. Rezistența la rece a acestor pelete este de 100—150 daN/peletă. Folosind acest procedeu în Suedia s-a pus în funcțiune (1970) o instalație industrială pentru producerea peletelor Grăncold cu o capacitate de 1,5 milioane t/an. Sin. *procedeu Gräncold.*

**DURITATE,** mărime ce caracterizează rezistența opusă de un corp la pătrunderea în el a altui corp. În comparație cu rezistența de rupere la tracțiune care se referă la rezistența materialului pe întreaga secțiune, duritatea constituie rezistența superficială a acestui material. Prima metodă de măsurare a **D.** bazată pe proprietatea unui corp de a fi zgîriat sau de a zgîria un alt corp, a fost concepută de F. Mohs, în 1820. Pentru determinarea **D.** mineralelor se utilizează zece minerale considerate ca etalon, a căror **D.** crește în ordine progresivă de la 1 la 10: 1 — talc; 2 — gips; 3 — calcit; 4 — fluorină; 5 — apatit; 6 — feldspat; 7 — cuarț; 8 — topaz; 9 — corindon; 10 — diamant. Primul mineral, în ordinea crescătoare, care produce o zgîrietură vizibilă pe suprafața unui material are o **D.** mai mare decît a materialului cercetat, **D.** acestuia fiind cuprinsă între cea a mineralului care a produs zgîrietura și a celui precedent. Acest sistem de măsurare pe baza celor zece minerale luate ca etalon se mai numește și *scara Mohs.* După scara Mohs oțelul călit are **D.** 8,5, oțelul extramoale 3,5, iar cuprul și bronzul 2,5. În prezent, principalele metode pentru determinarea **D.** se bazează pe măsurarea rezistenței la pătrunderea pe suprafața materialului a unui corp mai dur, avînd o anumită formă, numit penetrator, care este acționat de o forță statică sau dinamică. În funcție de natura forței care acționează penetratorul se disting metode statice și metode dinamice. Din prima categorie fac parte → *metodele Brinell, Vickers* și *Rockwell,* iar din ce-a de-a doua → *metodele Shore* și *Poldi.* **D.** stabilită după metodele: Brinell, Vickers, Rockwell și Shore poartă denumirea metodei respective (duritate Brinell, duritate Shore). Pentru determinarea **D.** cu una din cele trei metode statice este necesară prelevarea unui eșantion din materialul analizat, eșantion care poate fi de formă rotundă, dreptunghiulară sau patrată. Suprafața de așezare a eșantionului pe suportul aparatului trebuie să fie paralelă cu suprafața de examinare.

Scanned with OKEN Scanner

# E

**EBOŞARE,** operaţie de realizare a eboşelor destinate fabricării ţevilor prin laminare. Eboşe fără fund se realizează cu ajutorul unui laminor perforator în care scop se utilizează, ca materie primă, ţagle rotunde. Eboşe în formă de pahar se obţin din ţagle patrate sau rotunde prin forjare sau presare în matriţe. Materialul dislocat umple golul între dorn şi matriţă, imprimîndu-i forma corespunzătoare (fig. E.1).

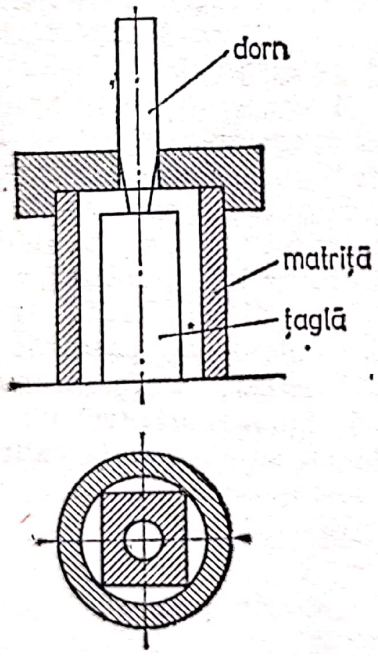



**Fig. E. 1.**

**EBOŞĂ,** ţeavă scurtă cu pereţi groşi obţinuţi prin perforarea ţaglelor patrate sau rotunde şi folosită la fabricarea ţevilor fără sudură. Perforarea poate fi incompletă, în care caz **E.** este prevăzută cu fund şi are forma unui pahar. *Eboşa fără fund* se utilizează la fabricarea ţevilor după procedeul Stiefel, iar cele de forma unui pahar sînt destinate laminării ţevilor în instalaţii cu banc împingător (Stossbank).

**ECRUISARE,** schimbare a structurii şi, ca urmare, a proprietăţilor metalelor şi aliajelor determinată de deformarea plastică la temperaturi mai joase decît temperatura de recristalizare. Denumirea se atribuie de asemenea, procesului tehnologic pentru crearea prin deformare plastică în stratul superficial a unei stări cu rezistenţă şi duritate mai mari. Prin **E.** în materialul metalic se acumulează particule cu energie mare, care se consumă la deformarea reţelei cristaline, la formarea cristalelor orientate (textura), la deplasarea dislocaţiilor şi la creşterea volumului în strat. **E.** se produce în urma acţiunii forţelor exterioare sau, mai rar, a transformărilor de fază şi este însoţită de creşterea rezistenţei şi durităţii şi de micşorarea plasticităţii materialului metalic. **E.** se utilizează pentru durificarea superficială a pieselor şi pentru creşterea rezistenţei la oboseală, şi, uneori, la uzură a acestora datorită apariţiei unui sistem favorabil de tensiuni remanente.

**ELABORARE,** ansamblu de operaţii (topire, supraîncălzire, rafinare etc.) efectuate pentru obţinerea metalelor şi aliajelor în stare lichidă, cu compoziţie şi caracteristici fizico-

Scanned with OKEN Scanner

mecanice stabilite în vederea turnării în forme. După numărul agregatelor folosite la **E.** se deosebesc procedee de elaborare duplex care folosesc două tipuri diferite de cuptoare (de ex.: cubilou — cuptor electric) și triplex, care folosesc trei tipuri diferite de cuptoare. Pentru **E.**

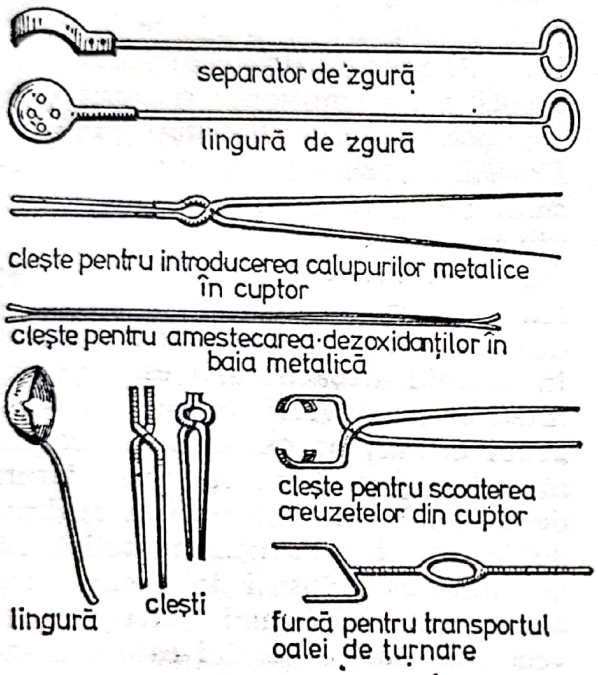



**Fig. E. 2.**

în vederea turnării turnătorul-topitor întrebuințează o serie de scule (fig. E.2). *Separatorul de zgură*, cunoscut și sub numele de *grampă*, servește la împiedicarea pătrunderii zgurei, la deversarea metalului lichid din cuptorul de elaborare în oala de turnare sau din oala de turnare în formă. *Lingura de zgură* servește la îndepărtarea zgurei de pe suprafața metalului lichid iar *lingura* pentru preluarea din baia metalică a unor cantități mici de metal în vederea unor probe de compoziție sau tehnologice.

**ELABORAREA OȚELURILOR,** ansamblul de operații având ca scop producerea oțelurilor în stare lichidă, capabile să asigure îndeplinirea condițiilor de calitate impuse în vederea turnării în lingouri sau piese. **E. O.** comportă mai multe faze (etape) specifice, numite perioade de elaborare, și anume: încărcarea, topirea, afinarea, dezoxidarea, alierea, evacuarea și ajustarea. În funcție de caracterul chimic al zgurei care se formează în timpul **E. O.** se disting două procedee de elaborare: procedeul acid cu zgură acidă și procedeul bazic cu zgură bazică. Fiecăruia din aceste două procedee îi corespund anumite procese fizico-chimice specifice. Astfel, *procedeul acid cu zgură acidă* nu permite eliminarea fosforului și sulfului, din care motiv necesită materii prime curate. Fontele cu un conținut mai ridicat de siliciu nu sînt indicate pentru procedeul bazic. Din punct de vedere al modului cum se asigură căldura necesară pentru elaborare se deosebesc: procedee care nu au nevoie de un aport de căldură din exterior și procedee unde întreaga căldură pentru elaborare este adusă din afară. Din prima categorie fac parte procedeele de elaborare în convertizoare cu aer (Bessemer și Thomas) și cu oxigen (LD, LD-AC, Kaldo, OBM). **procedeul Bessemer,** procedeu pentru elaborarea oțelului în convertizor cu aer cu căptușeală refractară acidă. Căldura necesară întregului proces de elaborare este furnizată de reacțiile de oxidare a elementelor din fontă, în timpul perioadei de afinare și în care un rol important o are oxidarea siliciului. Zgura care se formează este acidă. Ca urmare fonta lichidă folosită în cazul **p. B.** trebuie să conțină 0,9—1,6% Si și un procent cît mai mic de sulf (max. 0,06%) și fosfor (max. 0,08%). Principalele perioade de elaborare sînt: introducerea fontei lichide în convertizor (încărcare), afinarea prin suflarea aerului peste fonta lichidă, predezoxidarea oțelului cu fontă o-



Scanned with OKEN Scanner

glindă, feromangan sau silicomangan, evacuarea oțelului și dezoxidarea lui în oala de turnare cu ferosiliciu și aluminiu. În prima parte a perioadei de afinare are loc oxidarea puternică a siliciului, al cărui conținut scade pînă la urme și o oxidare aproape completă a manganului. Căldura rezultată conduce la o creștere a temperaturii băii metalice, favorizînd decarburarea. Întreaga perioadă de afinare durează cca 14 min. Suflarea aerului se întrerupe de obicei cînd conținutul de carbon din baie scade sub 0,10%. Cu ajutorul **p. B.** se pot elabora, în general, oțeluri pentru construcții, calmate sau necalmate. Procedeul a fost inventat de H. Bessemer în 1856, extinzîndu-se în industrie destul de încet. În țara noastră **p. B.** a fost aplicat pentru prima dată la Reșița, în 1868 la 4 convertizoare cu aer, avînd fiecare o capacitate de 8 t. Cele mai mari convertizoare cu aer au avut o capacitate de 40 t. Datorită unor dezavantaje printre care: necesitatea de a folosi fonte cu o anumită compoziție chimică, imposibilitatea de a introduce în încărcătură o cantitate mai mare de 9% fier vechi, conținutul ridicat de azot în oțel, s-a ajuns la micșorarea treptată a producției de oțel elaborat după acest procedeu. De asemenea, oțelul elaborat prezintă o rezilienţă mică la temperaturi scăzute și tendință spre îmbătrînire. Datorită acestor motive, în prezent, **p. B.** este aproape abandonat.

**procedeul Kaldo,** procedeu pentru elaborarea oțelului în convertizor prin suflarea unui jet de oxigen deasupra băii de fontă și în poziție oblică față de suprafața acesteia. În timpul afinării convertizorul este înclinat la un unghi de 15—17°, față de orizontală, rotindu-se în jurul axei sale longitudinale cu o viteză variabilă, de la 3 la 30 rot./min. Convertizorul în care are loc elaborarea se numește *convertizor Kaldo.* Oxigenul este suflat prin gura convertizorului la o presiune mică (3—4 at) și la o distanță mare față de suprafața băii. Zgura care se formează chiar la început, posedă o mare capacitate de oxidare a elementelor din fontă. Prin rotirea convertizorului se realizează o mai bună amestecare a băii metalice cu zgura, favorizînd contactul unor noi cantități de fontă cu jetul de oxigen, intensificîndu-se în același timp transmisia căldurii, prin conductibilitate, de la pereți spre baie. Procedeul asigură eliminarea fosforului în zgură încă de la începutul afinării, concomitent cu decarburarea și ca urmare, permite prelucrarea fontelor cu conținut mai ridicat de fosfor. Oxidul de carbon rezultat în timpul decarburării este ars, în interiorul convertizorului, de oxigenul în surplus existent în această incintă. Aportul de căldură, alături de o mai bună transmisie a căldurii de la pereți spre baia metalică dă posibilitatea folosirii în încărcătură a unor cantități mai mari de fier vechi. Calitatea oțelului este comparabilă cu a oțelului elaborat în cuptorul Siemens-Martin sau chiar cu a unor oțeluri produse în cuptorul electric cu arc. Totuși, procedeul este aplicat în foarte puține oțelării, deoarece este inferior, din punct de vedere economic, procedeului LD.

**procedeul LD,** procedeu pentru elaborarea oțelului în convertizoare cu suflare de oxigen pe sus. Denumirea procedeului reprezintă inițialele uzinelor Lintz și Donawitz (Austria) unde a fost aplicat industrial prima dată în 1952, la convertizoarele cu o capacitate de 30 t oțel. Primul patent în legătură cu folosirea oxigenului la elaborarea oțelurilor în convertizor a fost obținut de H. Bessemer în 1856. Din cauza lipsei de oxigen în cantități industriale, Bessemer nu a putut însă să-și aplice invenția sa. Căldura întregului proces este asigurată de reacțiile de

Scanned with OKEN Scanner

oxidare a elementelor din fontă, în timpul perioadei de afinare, prin suflarea unui jet de oxigen deasupra băii. Zgura care se formează în cursul elaborării este bazică. Principalele perioade de elaborare sînt: încărcarea materiilor prime, afinarea, corectarea temperaturii, predezoxidarea, evacuarea și dezoxidarea. Încărcătura este formată din 25—30% fier vechi și fontă lichidă (restul). Folosind arzătoare cu gaz metan sau păcură și oxigen pentru preîncălzirea materiilor prime solide, s-a reușit să se ajungă la o încărcătură metalică formată din: 25% fier vechi, 25% fontă solidă și 50% fontă lichidă. Fonta trebuie să conțină: 0,3—1,3% Si, 0,3—3,0% Mn, max. 0,3% P, max. 0,05% S. Conținutul de carbon nu se prescrie; în general variază între 3,8 și 4,5%. Se introduc mai întîi materiile prime solide și apoi, fonta lichidă. Perioada de afinare începe odată cu suflarea oxigenului deasupra băii metalice, folosind în acest scop o lance. Pentru afinare se recomandă utilizarea oxigenului de puritate cît mai ridicată, cca 99,5% $O_2$, deoarece în atmosfera puternic oxidantă, azotul se dizolvă ușor în baia metalică, înrăutățind calitatea oțelului produs. Suflînd cu o presiune de 8—18 at, jetul de oxigen îndepărtează zgura de pe suprafața metalului, pătrunde în baie și reacționează cu elementele acestuia. Energia jetului determină o circulație în interiorul băii care aduce continuu în zona de reacție noi cantități de material metalic lichid. Datorită acestui proces se obține oxidarea rapidă a elementelor din fontă. Carbonul oxidat la oxid de carbon este evacuat în atmosferă iar siliciul, manganul, fosforul și sulful, sub formă de oxizi, trec în zgură. Siliciul este oxidat rapid, iar decarburarea începe în primele minute de la suflarea oxigenului. Manganul se oxidează foarte repede la început, viteza de oxidare încetinind pe măsură ce decarburarea se intensifică. Oxidarea fosforului are loc rapid și decurge în paralel cu decarburarea. Viteza reacțiilor de oxidare a elementelor din fontă poate fi reglată în funcție de forța cu care lovește jetul de oxigen suprafața băii metalice, respectiv de presiunea oxigenului și de distanța de la capul lancei pînă la baia metalică. Corectarea temperaturii oțelului se face adăugînd fier vechi (cînd temperatura este prea mare) sau fontă, urmînd a se relua suflarea oxigenului (cînd temperatura este prea mică). Pentru predezoxidare se folosește fontă manganoasă, feromangan sau silicomangan. În oala de turnare se face dezoxidarea cu feroaliaje și aluminiu. Tot în oala de turnare se mai poate realiza și corectarea conținutului de carbon sau alierea. În mod obișnuit durata totală de elaborare a unei șarje de oțel este de 50—70 min iar consumul specific de oxigen este de 50—70 $m^3_n/t$ lingou.

**p. LD** se aplică și în țara noastră. Prezintă avantajul unei productivități de cca zece ori mai mare decît procedeul Siemens-Martin și un randament termic mult mai bun, în comparație cu procedeele Bessemer sau Thomas. Este indicat pentru elaborarea oțelurilor moi, nealiate sau slab aliate.

**procedeul LD—AC,** procedeu pentru elaborarea oțelului în convertizoare cu suflare de oxigen pe sus, folosind ca materii prime de bază fonte fosforoase (0,4—2,2% P). În principal, pentru eliminarea fosforului, varul necesar se introduce sub formă de pulbere în jetul de oxigen, într-un anumit raport cu acesta. Instalațiile utilizate pentru asemenea scopuri permit reglarea debitelor de oxigen și var în limite largi, corespunzător perioadei de afinare. Elaborarea se face sub două zgure. Suflînd încă de la început pulbere de var odată cu jetul de oxigen, înde-

Scanned with OKEN Scanner

părtarea fosforului începe destul de repede, cînd conținutul de carbon este încă ridicat, astfel că după cca 16 min, conținutul de fosfor scade sub 0,20%. La această valoare se oprește suflarea și se elimină zgura fosforoasă din convertizor. Afinarea este reluată suflînd amestecul de pulbere de var și oxigen mai întîi la o distanță mare față de baie și la un debit mic de oxigen după care, se coboară lancea micșorîndu-se distanța de suflare. Se formează astfel o nouă zgură sub care se continuă afinarea pînă la faza finală cînd, conținutul de carbon este foarte apropiat de cel dorit, iar conținutul de fosfor se află sub 0,02%. Consumul specific de var se menține în jur de 100 kg/t oțel.

**procedeul O.B.M.,** procedeu pentru elaborarea oțelurilor în convertizoare cu suflare de oxigen pe jos. Denumirea prescurtată a procedeului reprezintă inițialele de la Oxygen, Bodenblasen, Maxhütte cercetat și pus la punct în R. F. Germania de către firma Eisenwerk Gesellschaft Maximillianshütte în colaborare cu firma Air Liquid din Canada. În paralel, s-au făcut cercetări în Franța de către firmele: Creusot-Loire, Wendel-Sidelor și Sprunck, stabilindu-se un procedeu similar, denumit pe scurt *procedeul L.W.S.* (inițialele celor trei firme). Trecînd oxigen de jos în sus prin interiorul băii de fontă, reacțiile de oxidare a elementelor au loc cu o viteză mare și cu o degajare mare de căldură într-un timp scurt. Pentru a nu deteriora fundul convertizorului din cauza acestor reacții, în ambele procedee odată cu oxigenul este introdus și un fluid de protecție. La p. **O.B.M.** fluidul protector poate fi o hidrocarbură gazoasă (metan, propan, butan), iar în cazul procedeului LWS se utilizează păcură. La intrarea în convertizor, hidrocarbura se disociază pe baza unei reacții puternic endoterme, consumînd o parte din căldura rezultată din suflarea de oxigen. Durata de elaborare a șarjei este mai mică decît în cazul procedeului L.D. Procedeul permite folosirea în încărcătură a fierului vechi în proporție de max. 35%, precum și prelucrarea fontelor fosforoase (1,6—1,8% P). Calitatea oțelului elaborat este comparabilă cu a oțelului obținut prin procedeul Siemens-Martin.

**procedeul Thomas,** procedeu pentru elaborarea oțelului în convertizor cu aer cu căptușeală refractară bazică. Căldura necesară întregului proces de elaborare rezultă din reacțiile de oxidare a elementelor din fontă în timpul perioadei de afinare și în care un rol important îl are oxidarea fosforului. Zgura care se formează este bazică. În consecință, procedeul necesită o fontă lichidă care trebuie să conțină 1,6—2,2% P, 0,9—1,8% Mn și 0,3—0,7% Si. Principalele etape de elaborare sînt: introducerea fontei lichide în convertizor (încărcarea), afinarea prin suflarea aerului peste fonta lichidă, carburarea și predezoxidarea prin adaos de fontă manganoasă și feromangan, evacuarea oțelului din convertizor și dezoxidarea lui în oala de turnare cu aluminiu (în cazul oțelului necalmat) sau cu aluminiu și ferosiliciu (în cazul oțelului calmat). În prima parte a perioadei de afinare se produce oxidarea completă a siliciului, iar conținutul de mangan scade la 0,50%, după care, oxidarea manganului decurge lent. Căldura rezultată contribuie la creșterea temperaturii băii metalice favorizînd decarburarea. Către sfîrșitul decarburării, temperatura este destul de ridicată pentru a se putea dizolva în zgură o cantitate din ce în ce mai mare de var, crescîndu-se astfel conținutul de CaO în paralel cu scăderea proporției de FeO.

Scanned with OKEN Scanner

Datorită temperaturii suficient de mari, începe oxidarea fosforului la $P_2O_5$ care, în prezența oxidului feros din baia metalică se combină sub formă de fosfat feros, $(FeO)_3P_2O_5$, și trece în zgură. Datorită oxidului de calciu liber din zgură are loc formarea fosfatului de calciu, $(CaO)_3P_2O_5$, stabil. Spre finalul defosforării începe oxidarea restului de mangan, al cărui conținut scade pînă la 0,08—0,20%. **p. T.** nu permite o desulfurare avansată a băii metalice din care motiv, conținutul de sulf din fontă trebuie să fie mic (max. 0,08% S). Întreaga perioadă de afinare durează cca 18 min. După **p. T.** se pot elabora, în general, oțeluri pentru construcții, oțeluri calmate sau necalmate, folosind în acest scop ca materie primă, fonta cu conținut ridicat de fosfor. Producția de oțeluri după **p. T.** este destul de scăzută, procedeul prezentînd în general dezavantajele menționate în cazul → *procedeului Bessmer*. ...*Procedeul bazic cu zgură bazică* se realizează în cuptoare cu flacără (prin pudlaj), cu creuzet, Siemens-Martin și în cuptoare electrice (cu arc și cu inducție).

**procedeul cu creuzet,** procedeu de elaborare a oțelului prin retopirea într-un creuzet, încălzit cu flacără în exterior, a unei încărcături formate din lupe, fier vechi sortat, fontă, feroaliaje și mangal. Încărcătura metalică este protejată de contactul cu gazele care încălzesc creuzetul, cu ajutorul unui capac. Avînd în vedere că se utilizează creuzete confecționate din argilă și grafit, după topire au loc de cele mai multe ori reacții de decarburare a băii metalice și care afectează într-o oarecare măsură conținutul de carbon și siliciu. Conținutul de mangan, fosfor și sulf din baia metalică rămîne aproximativ constant. Procedeul a fost inventat de G. Huntsman în anul 1740, care a obținut pentru prima dată oțel lichid. În prezent, **p. cu c.** nu se mai aplică.

**procedeul în rotor,** procedeu de elaborare a oțelului în cuptor rotativ cu ajutorul oxigenului care se suflă concomitent deasupra și în interiorul băii de fontă. Cuptorul de elaborare specific acestui procedeu este numit rotor cilindric (fig. E.3). Procedeul a fost pus la punct și aplicat la Oberhausen în R. F. Germania. Oxigenul de puritate 95—98% se suflă, în proporție de 65—75%, direct sub baia lichidă (oxigen primar), printr-o țeavă izolată și răcită cu apă. Restul de oxigen (oxigen secundar) este folosit pentru arderea oxidului de carbon rezultat

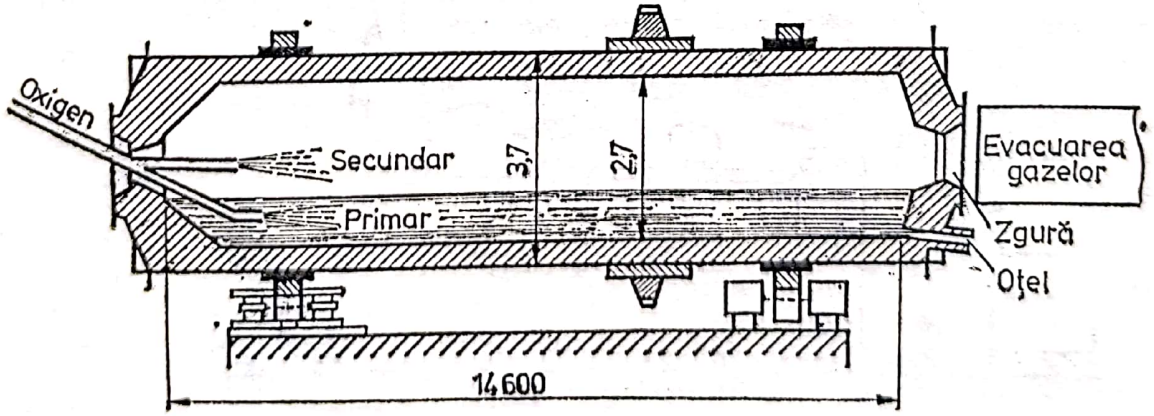



Fig. E. 3.

din procesul de decarburare, în atmosfera din interiorul cuptorului. Gazele arse sînt evacuate din cuptor la coș, după ce o parte din căldura lor fizică a fost cedată băii. Durata totală de elaborare a unei șarje este de cca 2 ore, iar consumul specific de oxigen este de aproximativ 90 $m^3_n/t$ lingou. Procedeul permite prelucrarea fontelor fosforoase, gradul de desulfurare putînd ajunge la 65—70%.

**procedeul prin pudlaj**, procedeu de fabricare a oțelului din lupe obținute prin afinarea fontei în cuptoare cu flacără (→ *cuptor metalurgic*). Procedeul a fost inventat de H. Cort în anul 1784 care a pus la punct și cuptorul pentru obținerea lupelor din fontă denumit cuptor de pudlaj. Acesta (fig. E.4) este prevăzut cu o cameră de combustie unde pe un grătar se arde un combustibil solid. Gazele de ardere rezultate sînt trecute într-o cameră în care are loc transformarea fontei în lupe. În acest scop, pe vatră se încarcă fontă solidă care se acoperă cu un strat de zgură și arsură de fier. După topirea încărcăturii începe afinarea propriu-zisă care se intensifică prin amestecarea zgurei oxidante cu fonta

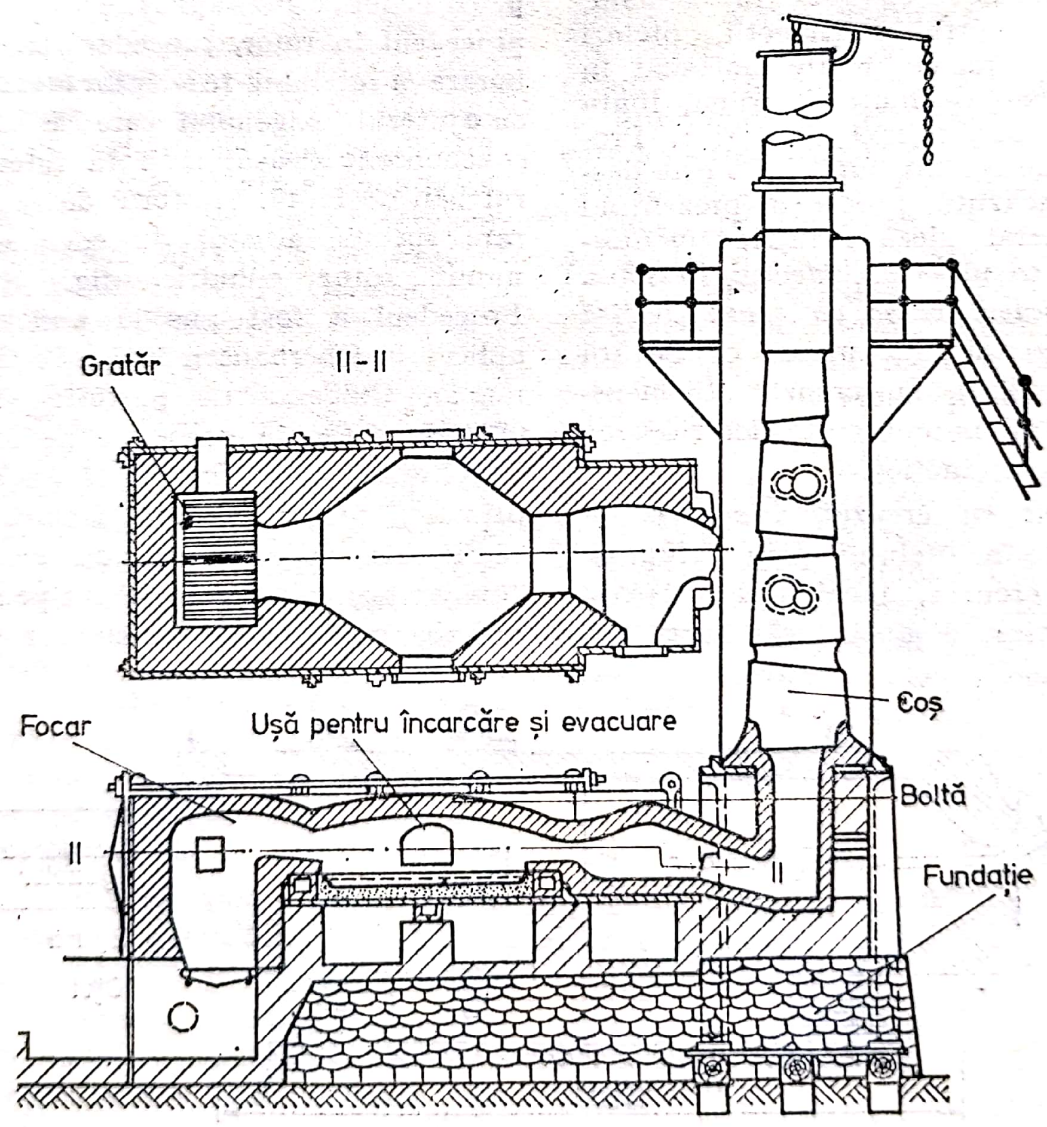



**Fig. E. 4.**

rezultînd o pastă din care se obțin bucăți mari de lupe.

Acestea sînt scoase din cuptor și prelucrate prin forjare pentru îndepărtarea zgurii. Pentru asigurarea unei desulfurări și defosforări în timpul procesului de afinare, vatra se execută dintr-un monolit bogat în oxizi cu caracter bazic (zgură de pudlare, minereu, arsură de fier). Oțelul obținut prin pudlaj are un conținut scăzut de sulf ($< 0{,}02\%$).

**procedeul Siemens-Martin**, procedeu de elaborare a oțelurilor, în cuptorul Siemens-Martin, folosind ca materii prime fontă și fier vechi, căldura necesară fiind furnizată prin arderea unui combustibil gazos sau lichid cu aer preîncălzit, în spațiul de lucru al cuptorului. Procedeul a fost conceput de metalurgul francez P. Martin care a elaborat prima șarjă de oțel în 1864. Deoarece P. Martin a utilizat principiul regenerării căldurii, aplicat prima dată de metalurgii germani F. și W. Siemens în 1856 la elaborarea oțelurilor într-un cuptor cu flacără, procedeul a primit denumirea de procedeul Siemens-Martin. După proporția dintre fontă și fierul vechi din încărcătura metalică procedeul prezintă patru variante: fier vechi-carburant (peste 85% fier vechi) fontă-minereu (75—100% fontă), fier vechi fontă (15—50% fontă) și fontă-fier vechi (50—75% fontă). Ultimile două variante sînt cele mai folosite. **p. S.-M.** este astfel conceput încît permite elaborarea oțelurilor atît după metoda bazică (cea mai răspîndită) cît și după metoda acidă. Perioadele caracteristice de elaborare a oțelurilor după **p. S.-M.** sînt: încărcarea, topirea, afinarea, dezoxidarea, alierea, evacuarea și ajustarea, fiecare avînd un rol bine determinat în ansamblul general al întregii operații de elaborare. Încărcătura metalică se poate prezenta în stare solidă, lichidă sau parțial solidă. La folosirea unei încărcături solide, la început se introduce în cuptor fierul vechi, în care se înglobează adaosurile și la sfîrșit fonta. Dacă se folosește fontă lichidă, introducerea acesteia în cuptor se face numai după ce încărcătura solidă a fost încălzită la o temperatură mai mare decît a fontei lichide. În timpul perioadei de topire au loc o serie de reacții de oxidare a încărcăturii, fie datorită oxigenului existent în atmosfera cuptorului, fie datorită oxidului feros, FeO, din încărcătură sau format în timpul acestei perioade și dizolvat în baia metalică. În perioada de afinare se desfășoară procese fizico-chimice de îndepărtare a elementelor din baia metalică dintre care principalul proces este oxidarea carbonului. Oxidarea elementelor se produce în cea mai mare parte concomitent, siliciul fiind primul element care se oxidează, chiar în cursul topirii. Decarburarea începe după oxidarea siliciului și în cea mai mare parte după oxidarea manganului. *Procedeul Siemens-Martin bazic* asigură și desulfurarea și defosforarea băii metalice. Pentru afinare se folosește minereu de fier sau arsură de fier care se introduce în zgura formată după topire. Folosind un jet de oxigen suflat deasupra băii metalice, procesele de oxidare decurg mult mai rapid. Datorită reacțiilor exoterme are loc și o creștere a temperaturii băii metalice. De cele mai multe ori suflarea oxigenului se face cu ajutorul a două lănci răcite cu apă, introduse vertical prin bolta cuptorului și care funcționează alternativ, schimbarea făcîndu-se odată cu inversarea admisiei combustibilului. După afinare urmează dezoxidarea care în cazul procedeului Siemens-Martin bazic se face prin precipitare. Urmează alierea cu ajutorul feroaliajelor, ținîndu-se seamă de conținutul în element metalic de aliere al feroaliajului folosit și de procentul de ardere a acestui element în cuptorul Siemens-Martin. Elemen-

Scanned with OKEN Scanner

tele mai puțin oxidabile pot fi introduse la început în încărcătură sau imediat după topire. **p. S.-M.** constituie și în prezent o metodă de bază în producția de oțel prin faptul că permite folosirea în încărcătură a unor cantități mari de fier vechi și a fontelor cu o compoziție chimică destul de variabilă, atît în stare solidă cît și în stare lichidă. Cu ajutorul acestui procedeu se poate elabora o gamă largă de mărci de oțeluri: oțeluri obișnuite, oțeluri carbon de calitate, oțeluri pentru automate, oțeluri slabe și mijlociu aliate etc. *Procedeul Siemens-Martin acid* are o utilizare restrînsă, necesitînd materii prime de calitate. Tehnologiile moderne de elaborare a oțelurilor după **p. S.-M.** utilizează aer îmbogățit în oxigen pentru combustie și suflare de oxigen pentru afinare, ceea ce a condus la o creștere substanțială a producției de oțel. *Procedeul Submerje Injection Process* este caracterizat prin folosirea oxigenului, în perioada de afinare, suflat direct în baia metalică. Este un procedeu recent pus la punct în cadrul firmei Sydney Steel Corporation din Noua Scoție (Canada), urmărind intensificarea proceselor fizico-chimice de elaborarea oțelurilor în cuptorul Siemens-Martin. Suflarea oxigenului are loc cu ajutorul unor duze speciale, alcătuite din două țevi concentrice, țeava din interior fiind pentru oxigen, iar țeava exterioară pentru introducerea concomitentă a unui fluid protector. Inițial, procedeul a fost aplicat la cuptoarele Siemens-Martin basculante, introducînd oxigenul sub nivelul băii, la suprafața de contact dintre zgură și metal. Prin suflarea oxigenului, în perioada de afinare, cu un debit de 850 $m^3_n$/min, timp de 60—80 min, s-a realizat o productivitate de 100 t oțel/h. În cazul unui cuptor Siemens-Martin cu o capacitate de 220 t, durata totală de elaborare a scăzut la 2,5 ore. Rezultate și mai bune au fost înregistrate prin amplasarea duzelor pentru oxigen la 300 mm sub nivelul băii metalice, suflarea fiind orizontală.

**procedeul Ultra High Power, UHP,** procedeu de elaborare a oțelurilor în cuptoare electrice, echipate cu transformatoare de foarte mare putere. Aceste transformatoare avînd o putere dublă, în comparație cu cele existente la cuptoarele obișnuite modifică caracteristicile arcelor electrice sporindu-le mult puterea de topire. Ca urmare, arcul electric format este scurt și gros, ceea ce îi permite să transmită o mare cantitate de căldură încărcăturii metalice. Din acest motiv topirea încărcăturii metalice se face foarte repede, la un cuptor de 300 t, topirea durează mai puțin de 2 ore. De menționat că, numai în cursul perioadei de topire, transformatorul este utilizat la capacitatea lui maximă, după care puterea trebuie micșorată pentru a proteja zidăria. Pentru a nu se înregistra un consum mare de energie electrică, celelalte perioade de elaborare trebuie să se realizeze într-un timp cît mai scurt. În consecință se lucrează cu o singură zgură, afinarea se face cu oxigen iar dezoxidarea și alierea au loc în afara cuptorului.

**ELECTROD,** conductor electric metalic (Fe, Cu, Pt etc.) sau din cărbune, cu rol de anod sau catod, prin intermediul căruia electronii pătrund sau părăsesc un mediu cu o conductibilitate electrică mai mică (de ex.: în interiorul unui electrolit). Se numesc, de asemenea, **E.** barele cilindrice din carbon, care conduc curentul electric pînă la încărcătura metalică a unui cuptor de elaborare și între care se formează arce electrice. Legătura între doi electrozi din carbon se face cu ajutorul unui niplu.

**electrod continuu, electrod Söderberg. electrod de carbon amorf,** electrod

cilindric obținut dintr-un amestec, sub formă de pastă, de materiale cărbunoase cu conținut scăzut de cenușă (antracit, cocs de petrol, cocs metalurgic) și un liant (gudron de huilă deshidratat), extrudat la o presă hidraulică și supus unui proces de cocsificare prin încălzire într-un cuptor, în absența aerului. La temperatura de 25°C are o rezistență electrică specifică de 45—60 $\Omega/mm^2 \cdot m$.

**electrod de grafit,** electrod obținut dintr-un electrod de carbon amorf împachetat în praf de cărbune, prin încălzire la temperatură înaltă (2 200 — 2 400°C) în absența aerului, într-un cuptor electric. Au o rezistență electrică specifică mică (la 25°C, 7—12 $\Omega/mm^2 \cdot m$) și o rezistență mecanică bună. Sînt utilizați în mod obișnuit la elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc.

**electrod Söderberg,** electrod de carbon amorf obținut dintr-o pastă compusă din materiale cărbunoase și gudron, introdusă într-un cilindru din tablă avînd diametrul egal cu al electrodului. Cocsificarea materialului are loc prin încălzire, în zona de prindere a electrodului la conductorul electric (cap de prindere) și în timpul funcționării cuptorului electric. Pe măsura consumării, la partea superioară a electrodului se ridică cilindru din tablă în care se introduce o nouă pastă. În acest mod **e. S.** asigură o funcționare continuă a cuptorului, eliminîndu-se opririle pentru înlocuirea electrozilor consumați. La 25°C are o rezistență electrică specifică de 60—80 $\Omega/mm^2 \cdot m$. În fig. E.5 este reprezentată formarea **E.S.** Sin. *electrod continuu.*

**ELECTROFILTRU,** instalație destinată purificării gazelor de particule foarte fine, cu ajutorul energiei electrice. Purificarea electrică se realizează prin trecerea gazului printr-un cîmp electric neuniform, creat între doi electrozi cărora li se aplică o diferență de potențial de 15 000—55 000 V. Ca urmare a ionizării gazului, particulele solide capătă sarcini electrice, fiind atrase de electrodul de semn contrar unde se

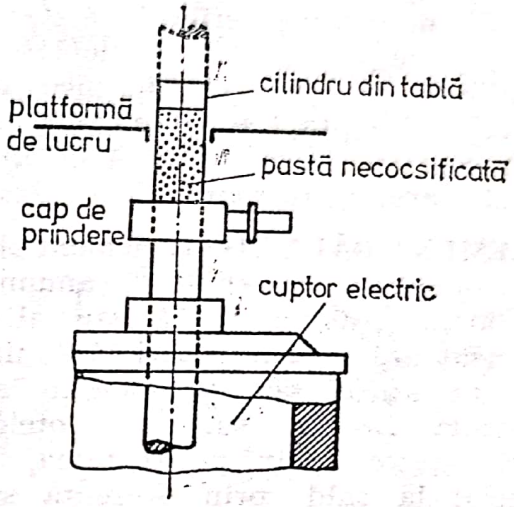



**Fig. E. 5.**

descarcă și se depun. În industrie se folosesc frecvent două tipuri: electrofiltre tubulare și electrofiltre cu plăci (fig. E.6). Acestea au capacitatea să rețină particule cu dimensiuni sub 10 $\mu m$.

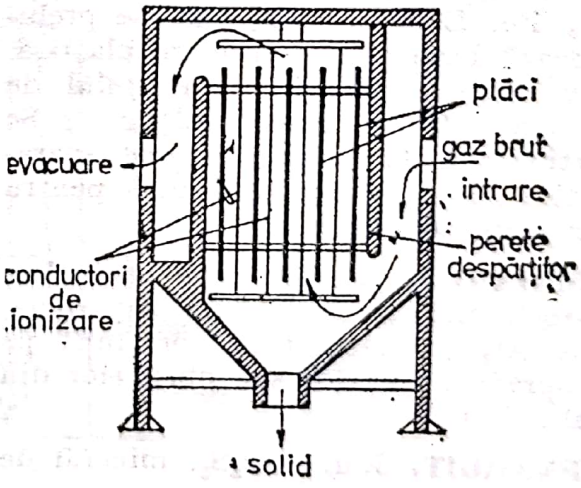



**Fig. E. 6.**

Scanned with OKEN Scanner

**ELECTROSILICOTERMIE,** metodă de producere a unor aliaje în cuptoare electrice, care constă în reducerea oxizilor conținuți în minereuri, cu siliciul din ferosiliciu sau din alte aliaje (silicomangan, ferosilicocrom etc.). Reacția principală a procesului poate fi prezentată în forma: $MeSi + 2MeO = 3Me + SiO_2$. Pentru a micșora pierderile de $MeO$ cu zgura este necesar să se deplaseze echilibrul reacției silicotermice cît mai spre dreapta, ceea ce se realizează prin legarea silicei în zgură cu ajutorul varului, introdus ca fondant.

**ELEMENT DĂUNĂTOR,** element chimic a cărui prezență în anumite proporții, într-un metal sau aliaj, influențează negativ proprietățile fizice, mecanice sau tehnologice ale acestuia. De ex.: sulful în oțeluri înrăutățește mult plasticitatea, în special la cald, prin prezența sub formă de FeS cu temperatură mai joasă de topire decît a oțelului.

**ELINVAR,** aliaj de fier, nichel și crom caracterizat prin elasticitate constantă pînă la 100°C (denumirea sa derivă de la elasticitatea invariabilă). Conține: 35—37% Ni, 8—12% Cr și rest % Fe. Această compoziție a suferit unele modificări, astfel: 33—35% Ni, 4—5% Cr, 0,5—2% Mn, 0,5—2% Si, 1—3% W și rest % Fe. Este un aliaj care se prelucrează bine prin deformare plastică. În stare ecruisată are modulul de elasticitate de cca 32 daN/mm². Se utilizează la confecționarea aparatelor de precizie (resorturi pentru ceasuri, arcuri etc.).

**ELOXARE,** depunere pe cale electrochimică a unui strat superficial de $Al_2O_3$ rezistent la coroziune pe suprafața pieselor sau obiectelor din aluminiu.

**ENARGIT,** $3Cu_2S \cdot As_2S_5$, mineral de cupru și arseniu, de culoare grineagră. Cristalizează în sistemul ortorombic și conține: 32,6% S, 19,1% As și 48,3% Cu. Ca impurități mai poate conține stibiu, fier, plumb și argint. Are densitatea 4,4 kg/dm³ și duritatea 3,5 (scara Mohs). În țara noastră se întîlnește rar. Zăcăminte mai importante se găsesc în R.P.U., R.S.F. Iugoslavia, S.U.A., Chile, Argentina, Japonia.

**EPURAREA GAZULUI** (la furnal), operație prin care se înlătură particulele de praf din gazul de furnal, în scopul utilizării acestuia drept combustibil. Conținutul maxim de praf în gazul folosit drept combustibil la cuptoare și cazane este de max. 10—20 $mg/m^3_n$. Pentru realizarea unui grad avansat de puritate operația se efectuează în mai multe trepte: epurare brută (denumită și epurare uscată), epurare semifină, epurare fină. *Epurarea brută* se realizează fără răcirea gazului cu apă, la temperaturi destul de apropiate de acelea din furnal. Instalația este alcătuită pentru fiecare furnal din sac de praf și ciclon, montate în serie. *Epurarea semifină* se realizează în scrubere, în care, odată cu răcirea cu apă a gazului, o parte din particulele de praf sînt umezite; particulele mai mari devin mai grele după umezire și cad la partea inferioară a scruberului de unde sînt evacuate. În continuare, gazul este supus epurării în → *dezintegratoare Theissen*, electrofiltre umede și în → *epuratoare Venturi*. Epurarea semifină și *epurarea fină* avînd loc cu apă, poartă și denumirea de *epurare umedă*.

**EPURATOR VENTURI,** aparat utilizat, în special, la furnalele moderne pentru epurarea fină a gazului de furnal. Acest aparat cuprinde, în principiu, un tub care își micșorează diametrul (confuzor) și un altul, care își mărește diametrul (difuzor); între cele două tuburi se află o zonă de diametru minim (strangulare).

Scanned with OKEN Scanner

Gazul introdus în epurator își mărește viteza care ajunge la un maxim de 140—150 m/s în zona de strangulare; în această zonă se injectează apă, care se pulverizează fin în curentul de gaz și se amestecă cu particulele de praf, pe care le adiționează; în difuzor viteza gazului scade, iar particulele de apă cu praf se contopesc, formînd picături. În continuare, gazul este trecut printr-un colector de șlam, în care se depune cea mai mare parte din apa care conține particulele de praf; de aici, gazul intră tangențial într-un separator de picături. Din cauza pierderilor de presiune în confuzor, epurarea cu **E. V.** este realizabilă numai la furnale care funcționează cu presiune ridicată la gura furnalului. În fig. E.7 este reprezentată o instalație de epurare fină cu **E. V.**

**EREDITATEA FONTEI,** proces de transmitere a unor caracteristici fizico-chimice și mecanice ale aliajelor de primă fuziune (de afinare) în timpul elaborării și solidificării aliajelor de a doua fuziune.

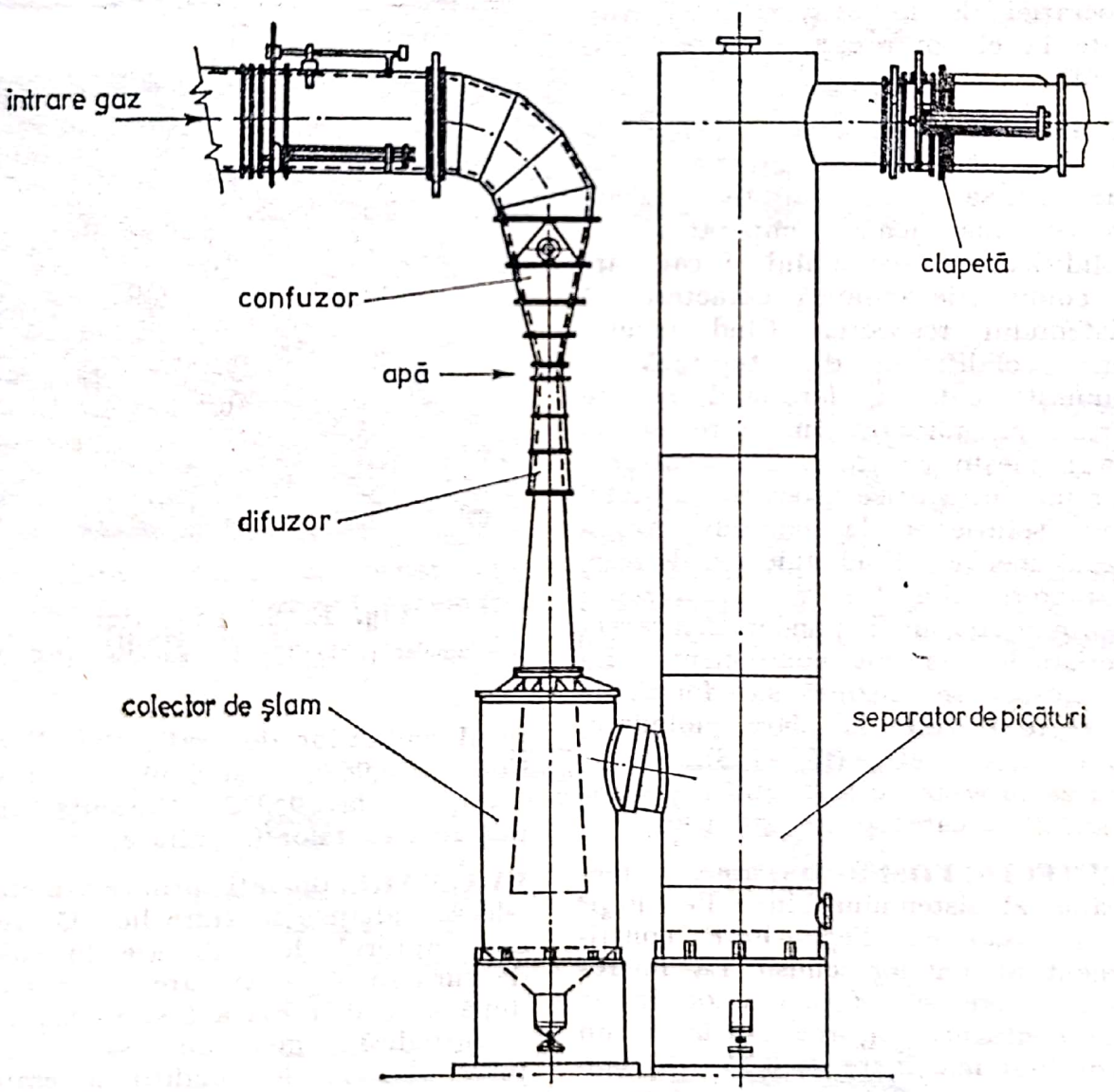



**Fig. E. 7.**

Scanned with OKEN Scanner

**EUDIALIT,** $Na_{13}(Ca, Fe)_2Cl(Zr, Si)_{20}O_{52}$ silicat și zirconat complex de sodiu, calciu și fier cristalizat în sistemul romboedric. Are duritatea 5—5,5 (scara Mohs) și densitatea 2,91—3,01 kg/dm³. Prezintă culoarea roșu-roz, roșu-albăstruie, roșu-brună, brun-maron. Conține 11,6—17,3% $Na_2O$, 8,9—11,3% CaO, 12—14,5% $ZrO_2$, 3,1—7,1% FeO, 47,2—51,2% $SiO_2$, 0,03—2,9% $H_2O$, 0,7—1,6% Cl, 0,3—2,9% $(Ce, La, Y)_2O_3$, 0,3—3,1% MnO. Zăcăminte importante de **E.** se găsesc în Groenlanda de Vest, U.R.S.S., Suedia, Africa de Sud, S.U.A. Minereurile cu **E.** supuse operației de îmbogățire sînt utilizate la elaborarea aliajelor de zirconiu.

**EUTECTIC,** constituent metalografic alcătuit din două sau mai multe faze care se separă simultan din lichid la cea mai joasă temperatură de solidificare a sistemului și care are o compoziție chimică caracteristică sistemului respectiv. Cînd rezultă prin solidificare din topitură se numește *eutectic*, iar cînd rezultă prin transformare în stare solidă se numește *eutectoid*. În alcătuirea lor pot intra orice asociații de metal pur, soluție solidă, compus. Amestecul mecanic fiind amestec de faze, caracteristicile lui vor reprezenta aproximativ media ponderată a caracteristicilor fazelor componente. La microscop se prezintă sub formă de aspecte specifice lamelare, globulare, punctiforme etc. (fig. E.8). Denumirea provine de la cuvîntul grecesc *eutektik* = care se topește ușor.

**EUTECTIC FOSFOROS,** amestec mecanic al sistemului binar $Fe—Fe_3P$ sau ternar $Fe—Fe_3C—Fe_3P$, constituent al fontelor cenușii. La microscop apare sub forma unor insule cu contururi colțuroase sau (la un conținut mai mare de 0,35% C) sub forma unei rețele în jurul fostelor cristale primare de austenită sau în

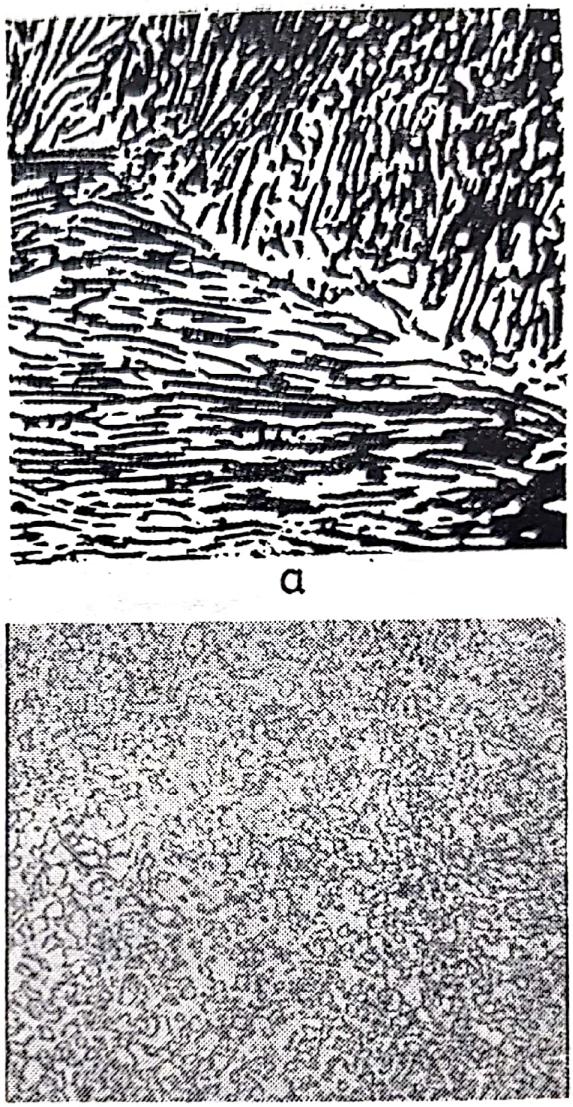


**Fig. E. 8.** Eutectic:
*a* — lamelar (1000 : 1); *b* — globular (100 : 1).

jurul cuiburilor de grafit (fig. E.9). Conține 1,96% C și 6,89% P și se solidifică la 953°C. Prezența lui imprimă fontelor fragilitate.

**EVACUARE,** operație prin care metalele sau aliajele în stare lichidă trec din cuptorul de elaborare în oala de turnare. Operația are loc numai după ce elaborarea a fost încheiată, asigurîndu-se metalului sau aliajului o serie de condiții necesare turnării ca: temperatură, fluiditate, compoziție chimică, puritate etc.

Scanned with OKEN Scanner

**EXCRESCENȚĂ**, defect la piesele turnate sub formă de proeminență, de dimensiuni diferite pe suprafața piesei turnate, formată din metal intercalat cu amestec de formare, în urma distrugerii locale a formei sau a miezului. Cauzele posibile ale apariției defectului privesc compoziția și prepararea amestecului de formare sau de miez, atenția la formare (în special, la îndesare) și la asamblare, finisarea, consolidarea formei, plasarea rețelei de turnare etc. În fig. E.10 se prezintă schematic diferite tipuri de **E.**

**EXTRUDARE**, procedeu de prelucrare plastică a metalelor și aliajelor avînd ca scop obținerea semifabricatelor sau pieselor, trecînd materialul metalic, supus unei forțe de compresiune, prin deschizătura profilată a unei matrițe. Secțiunea acestei deschizături trebuie să fie mai mică decît secțiunea semifabricatului comprimat. Deși procedeul este cunoscut de multă vreme, extinderea lui în practica industrială s-a făcut după 1942. Materialul se introduce într-un recipient de forma unei bucșe unde, prin presare, sub acțiunea unui poan-

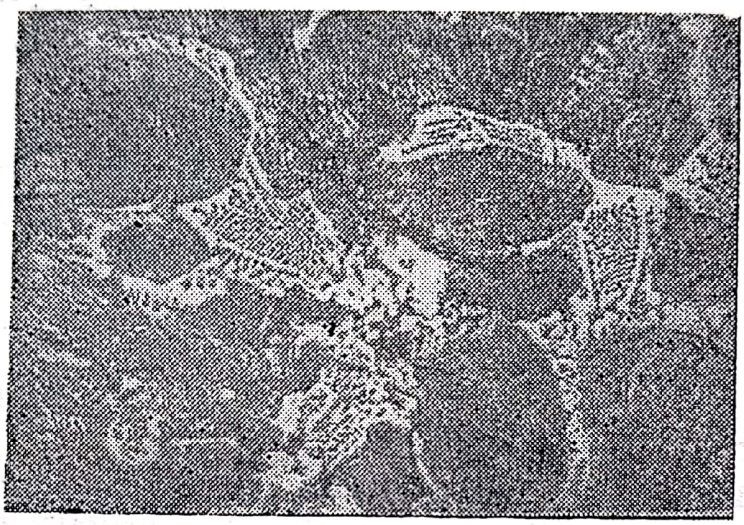


**Fig. E. 9.**

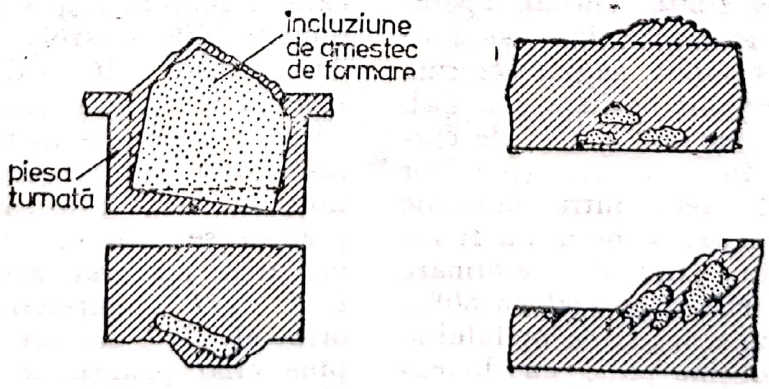



**Fig. E. 10.**

son este obligat să treacă prin orificiul matriței. Forța de compresiune a poansonului este obținută de la o presă pentru extruziune. Poansonul transmite această forță unei șaibe care acționează direct asupra materialului (fig. E.11). În funcție de

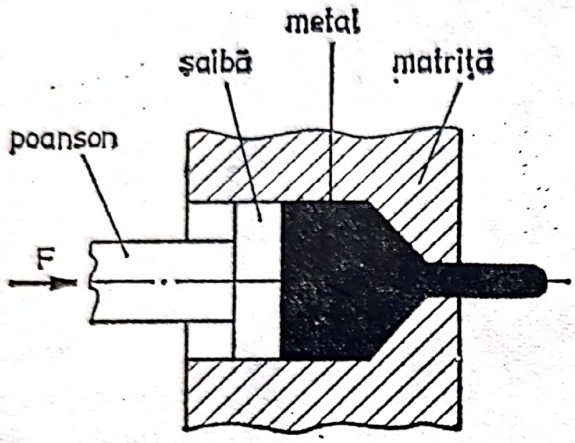



**Fig. E. 11.**

temperatura la care are loc poate fi: la cald, la temperaturi mai mari decît temperatura de recristalizare a materialului și la rece (temperatura de lucru are valori sub temperatura de recristalizare).

**extrudarea la cald** este folosită atît pentru obținerea semifabricatelor și pieselor finite, cît și pentru îmbunătățirea plasticității unor tipuri de oțeluri.

**extrudarea la rece** se aplică numai în scopul producerii unor semifabricate sau piese finite. Inițial, operația se limita la materialele metalice neferoase. În prezent, se pot deforma prin **e. la r.** oțeluri nealiate sau slab aliate, cu un conținut scăzut de carbon. Practic în categoria oțelurilor extrudabile la rece intră oțelurile care în stare recoaptă, permit a fi refulate cu un grad de deformare plastică mai mare sau egal cu 60%. Ca formă, prin extrudarea oțelului la rece, se pot obține piese cu dimensiuni variabile, cuprinse între 5 și 1 200 mm.

După direcția de acționare a forței de compresiune și de sensul de deplasare a materialului, procedeele de extrudare se clasifică în: extrudare directă, extrudare indirectă și extrudare mixtă sau combinată (fig. E.12).

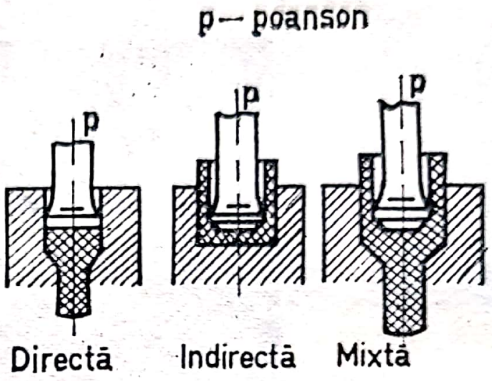



**Fig. E. 12.**

La **extrudarea directă,** sensul de curgere a materialului este același cu sensul de deplasare a poansonului. Se practică în scopul obținerii unor semifabricate sau profile cu secțiune plină precum și pentru deformarea preliminară a unor oțeluri cu plasticitate scăzută. La **extrudarea indirectă** deplasarea poansonului se face în sens invers față de curgerea materialului. Se aplică frecvent în cazul pieselor sau a semifabricatelor tubulare.

Indiferent de procedeul utilizat **E.** are loc în patru etape: *I* — materialul umple complet recipientul în care a fost introdus luînd forma și dimensiunile acestuia; forța de extrudare crește rapid de la valoarea zero la o valoare maximă necesară curgerii plastice a materialului; *II* — materialul umple pîlnia matriței și intră în orificiul de curgere; forța de presare se menține aproximativ la valoarea maximă atinsă în prima fază; *III* — materialul trece prin orificiul de curgere al matriței pînă cînd poansonul se apropie de sfîrșitul cursei, timp în care forța de presare se menține la începta

constantă după care începe să crească ușor; *IV* — spre sfîrșitul cursei poansonului, forța totală de extrudare începe să crească brusc reducîndu-se apoi la zero, în momentul cînd toată cantitatea de material a fost extrudată. **E.** se execută cu prese, matrițe și poansoane. În general, *presele* sînt acționate mecanic sau hidraulic. În comparație cu presele hidraulice, presele mecanice prezintă dezavantajul că nu asigură o forță de apăsare constantă pe întreaga cursă. *Matrițele* folosite la **E.** materialelor metalice au o formă constructivă specifică fie procedeelor de extrudare directă fie procedeelor de extrudare indirectă. *Poansonul*, (fig. E.13), alcătuit din trei zone: zona de prindere, corpul poansonului și zona activă, se adaptează la specificul procedeului de **E.** La confecționarea matrițelor și poansoanelor se utilizează oțeluri obișnuite de scule (în cazul presării materialelor cu

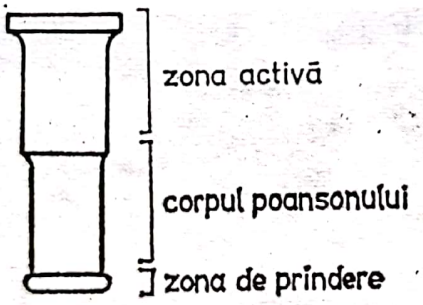



**Fig. E. 13.**

plasticitate bună) sau oțeluri rapide (la presarea materialelor cu plasticitate redusă). Tehnologia de fabricare a pieselor prin **E.** este formată din următoarele etape: debitarea materialului, pregătirea materialului pentru **E.** propriu-zisă și finisarea piesei sau a semifabricatului extrudat. Debitarea se poate realiza la freze cu disc, la foarfecă mecanică, prin tăiere cu flacără etc. Operațiile de pregătire a materialului pentru **E.** sînt: tratamentul termic de recoacere, degresarea, decaparea, fosfatarea și lubrifierea. Pentru extrudarea la rece, recoacerea de înmuiere este absolut necesară în cazul materialelor cu plasticitate redusă, la **E.** pieselor cu configurație complicată sau în cazul unui material ecruisat. De modul în care se realizează fosfatarea și lubrifierea materialului depinde durabilitatea sculelor pentru **E.** Pentru fosfatarea oțelurilor în vederea extrudării la rece se folosesc soluții apoase, puțin acide pe bază de ortofosfați de zinc și acid ortofosforic liber. După fosfatare, materialul se unge cu lubrifianți. Pentru extrudarea la rece se utilizează ca lubrifianți: bisulfură de molibden, grafitul și polimeri. În cazul extrudării la cald cei mai indicați lubrifianți sînt sticla (utilizată atît în stare topită, cît și în stare solidă) și amestecul de grafit cu leșie sulfitică. În comparație cu celelalte metode de prelucrare a metalelor și aliajelor, **E.** prezintă următoarele avantaje: permite obținerea unor piese sau semifabricate care nu s-ar putea executa prin alte procedee; realizează deformarea plastică a unor materiale metalice care nu pot fi forjate sau laminate; asigură execuția pieselor sau semifabricatelor la o calitate superioară și la un preț de cost mai scăzut.

Scanned with OKEN Scanner

# F

**FABRICĂ DE AGLOMERARE,** unitate industrială pentru producerea aglomeratului, parte integrantă a unui combinat siderurgic. Amplasată în apropierea secției de furnale, o **F. de A.** modernă de mare capacitate, bazată pe mașini de aglomerare cu bandă Dwight-Lloyd este formată din două secții principale și anume: secția de pregătire a materiilor prime și secția de aglomerare și tratare a aglomeratului. Secția de pregătire a materilor prime cuprinde descărcarea materiilor prime, depozitul de materii prime, stația de concasare și clasare a minereurilor, stația de sfărîmare și clasare a calcarului, stația de sfărîmare și clasare a cocsului și omogenizarea minereurilor. Unele operații (concasarea, sortarea și omogenizarea minereurilor) se pot face atît în cadrul **F. de A.,** cît și în afara ei, la furnizorii de materii prime. Întrucît tendința modernă este de a realiza amestecuri de omogenizare din mai multe sorturi de minereuri este bine ca omogenizarea să fie efectuată

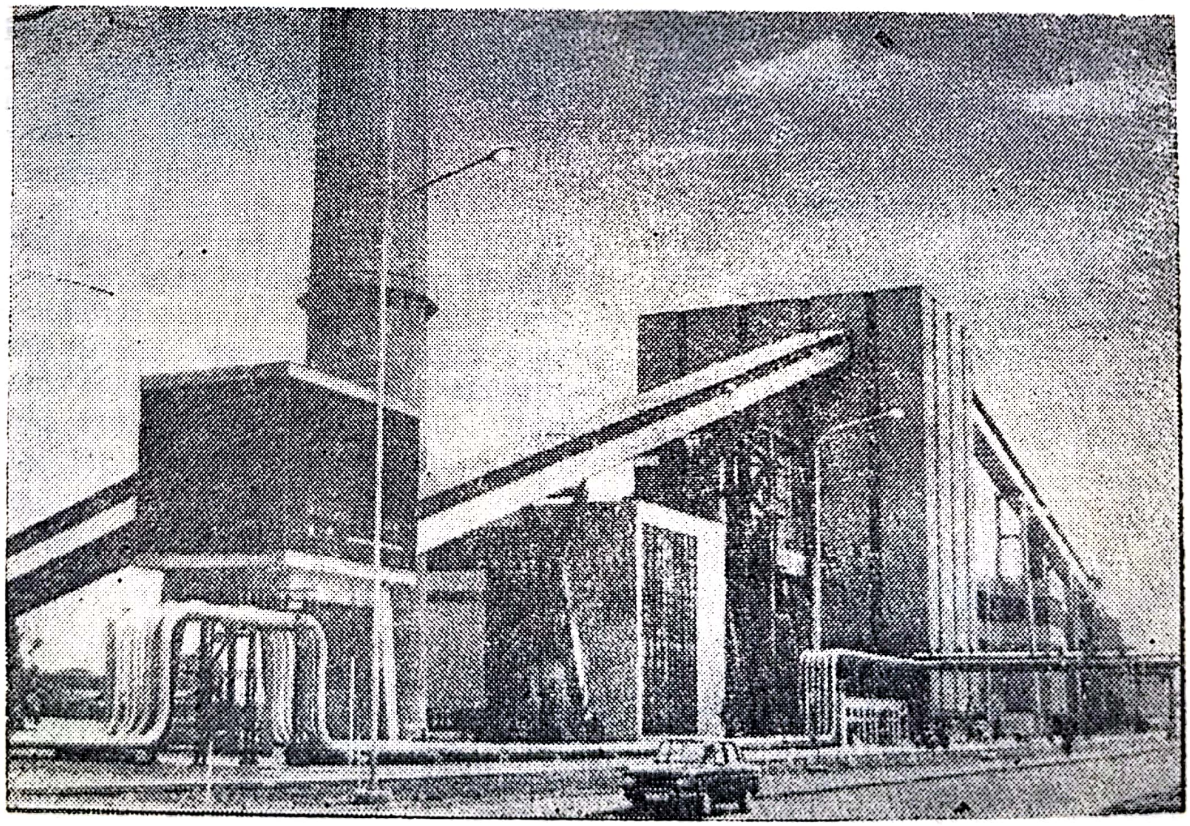
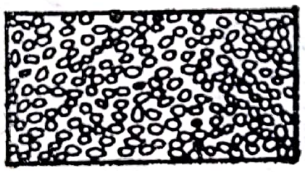


**Fig. F. 1.**

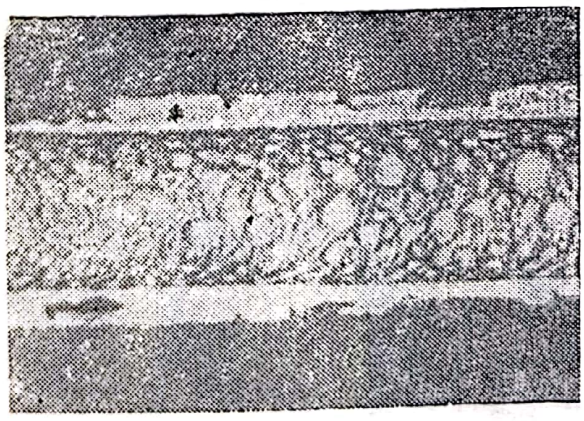
Scanned with OKEN Scanner

lîngă **F. de A.**, imediat după depozitul de materii prime. De obicei depozitul de materii prime al **F. de A.** este comun cu al secției de furnale. În cadrul secției de aglomerare și tratare a aglomeratului se execută operații privind dozarea componenților în amestecul de aglomerare, amestecarea componenților și aglomerarea propriu-zisă. Tratarea aglomeratului comportă operațiile de concasare a aglomeratului cald, ciuruirea la cald a aglomeratului și separarea patului de protecție. În fig. E.1 este prezentată o vedere de ansamblu a unei **F. de A.** pentru minereu de fier.

**FAGURE,** defect sub formă de pete scobite, cu aspect „ciupit de vărsat" (fig. F. 2), întîlnit la piesele turnate. Petele scobite sînt mai mari la piesele groase sau la porțiunile masive și apar la piesele turnate din aliaje feroase sau de cupru. Cauze ale apariției defectului: folosirea de amestec insuficient regenerat, cu adaosuri



a



b

**Fig. F. 2.** Fagure:
*a* – reprezentare schematică; *b* – vedere la o piesă.

(cereale, făină de lemn, uleiuri, dextrină etc.) neanihilate sau reacție la temperaturi înalte între amestec și metalul lichid.

**FAZĂ,** parte omogenă a unui sistem (metal sau aliaj) care are compoziție, proprietăți fizice și chimice identice, separată de alte părți ale sistemului prin suprafețe de separație. De ex.: un metal sau aliaj lichid omogen reprezintă o singură fază. Amestecul de două feluri de cristale cu diferite compoziții și structuri cristaline, limitate prin suprafețe distincte de separație, sau prezența simultană a aliajului lichid și a cristalelor reprezintă sisteme cu două faze. **F.** în aliaje se pot găsi singure sau asociate, pot fi de mărimi, forme și distribuții diferite, constituind structura microscopică a aliajului.

**FĂINĂ DE CUARȚ,** material cuarțos cu granulație fină, existent în stare naturală sau obținut pe cale sintetică. Caracteristicile sale sînt prezentate în tabelul 7. Se utilizează în turnătorii ca adaos în amestecurile de formare, pentru formele coji (după calcinare 2—3 h la 900°C), ca pudră de izolație sau drept component la prepararea vopselelor de turnătorie. Sin. *marșalită.*

**FENACIT,** $2BeO \cdot SiO_2$, mineral de beriliu, cristalizat în sistemul romboedric-trigonal, de culoare galbenă, roz, brun, uneori incolor. Are duritatea 7,5—8 (scara Mohs) și densitatea 3,0 kg/dm³. Conține 54,45% $SiO_2$ și 45,55% BeO. Se găsește în U.R.S.S., Norvegia, Brazilia, S.U.A. Se folosește ca materie primă în metalurgia beriliului.

**FERĂSTRĂU,** utilaj folosit pentru tăierea prin așchiere a semifabricatelor sau a produselor finite (blumuri, profile, țagle etc.), folosind ca sculă tăietoare o pînză metalică în formă de disc prevăzută cu dinți



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 7*

| Caracteristici | Făină de cuarț | | |
|---|---|---|---|
| | naturală | sintetică (STAS 6737–63) | |
| | | Calitatea I | Calitatea II |
| Culoarea | alb-gălbuie | albă | alb-gălbuie |
| Refuz (%) pe sita de 0,063 mm | (80–85) | 5 | 10 |
| (% trecute prin sita de 0,1 mm) | 172 | 173 | 171 |
| Refractaritate, I.P. min. | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Pierderi la calcinare | 94 | 97 | 96 |
| $SiO_2$, % min. | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
| $Fe_2O_3$, % max. | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| $Al_2O_3$, % max. | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
| CaO; MgO, % max. | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
| $Na_2O$; $K_2O$, % max. | lipsă | lipsă | lipsă |
| $CO_2$ | | | |

(fig. F.3). Dimensiunile discului depind de secțiunea materialului de tăiat; raza discului trebuie să fie mai mare decît grosimea materialului. Din punct de vedere constructiv pot fi: culisante (ce se deplasează liniar, sincron cu materialul de tăiat, în timpul operației de tăiere); fixe

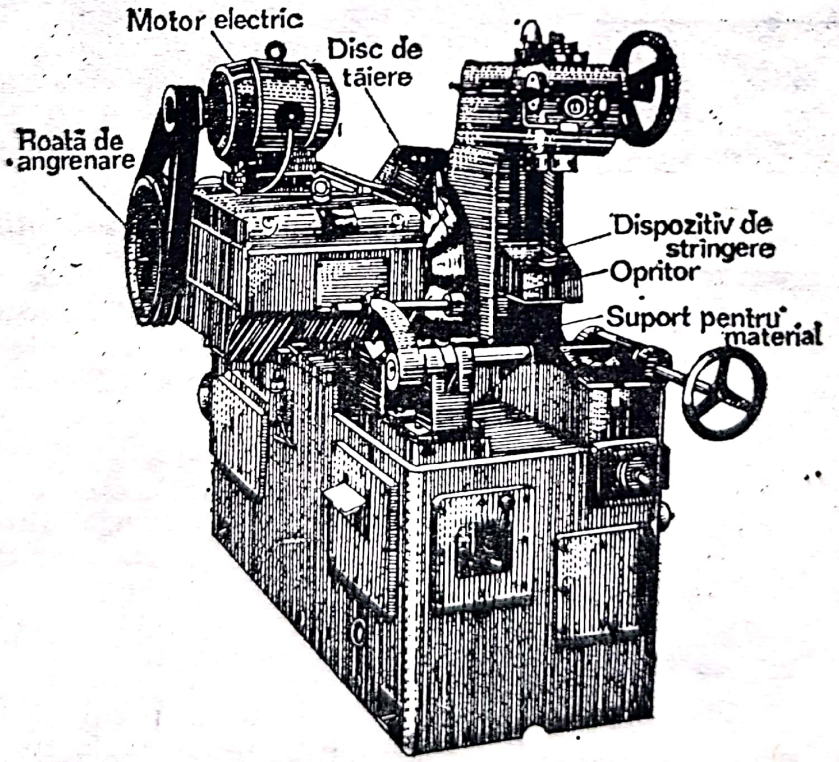



**Fig. F. 3.**

(poziție fixă în timpul operației de tăiere); mobile (se deplasează în timpul operației de tăiere); rotative (se deplasează în timpul operației de tăiere după o curbă închisă).

**FERITĂ,** soluție solidă de carbon (0,0218% C la 727°C și 0,008% la 20°C) și alte elemente (Mn, Si, P, Cr etc.) în Fe $\alpha$ sau Fe $\delta$, constituent al aliajelor Fe—C. După aspectul microscopic ferita poate fi poliedrică (fig. F.4) la un conținut de pînă la 0,4% C, în rețea, la 0,4—0,8% C, lamelară (în perlită) sau aciculară (în structura Wiedmannstätten). Este relativ moale ($HB$ = = 80 daN/mm²), plastică ($\delta = 35\%$; $\Psi = 76\%$), are rezistență relativ mică ($\sigma_r = 25$ daN/mm²) și reziliență mare ($KCU = 20$ daNm/cm²).

**FERITE,** amestec de oxizi feromagnetici din care componentul principal îl formează oxidul de fier, $Fe_2O_3$. Au proprietăți feromagnetice ridicate fiind folosite în tehnică ca materiale magnetice moi (feritele moi) sau materiale magnetice dure (ferite dure). *Feritele moi* prezintă o structură cubică și sînt alcătuite dintr-un amestec de $Fe_2O_3$ și un oxid metalic de: Ni, Mn, Zn, Mg, Co, Li etc. Sînt caracterizate printr-o mare permeabilitate magnetică și rezistivitate electrică astfel că pierderile prin

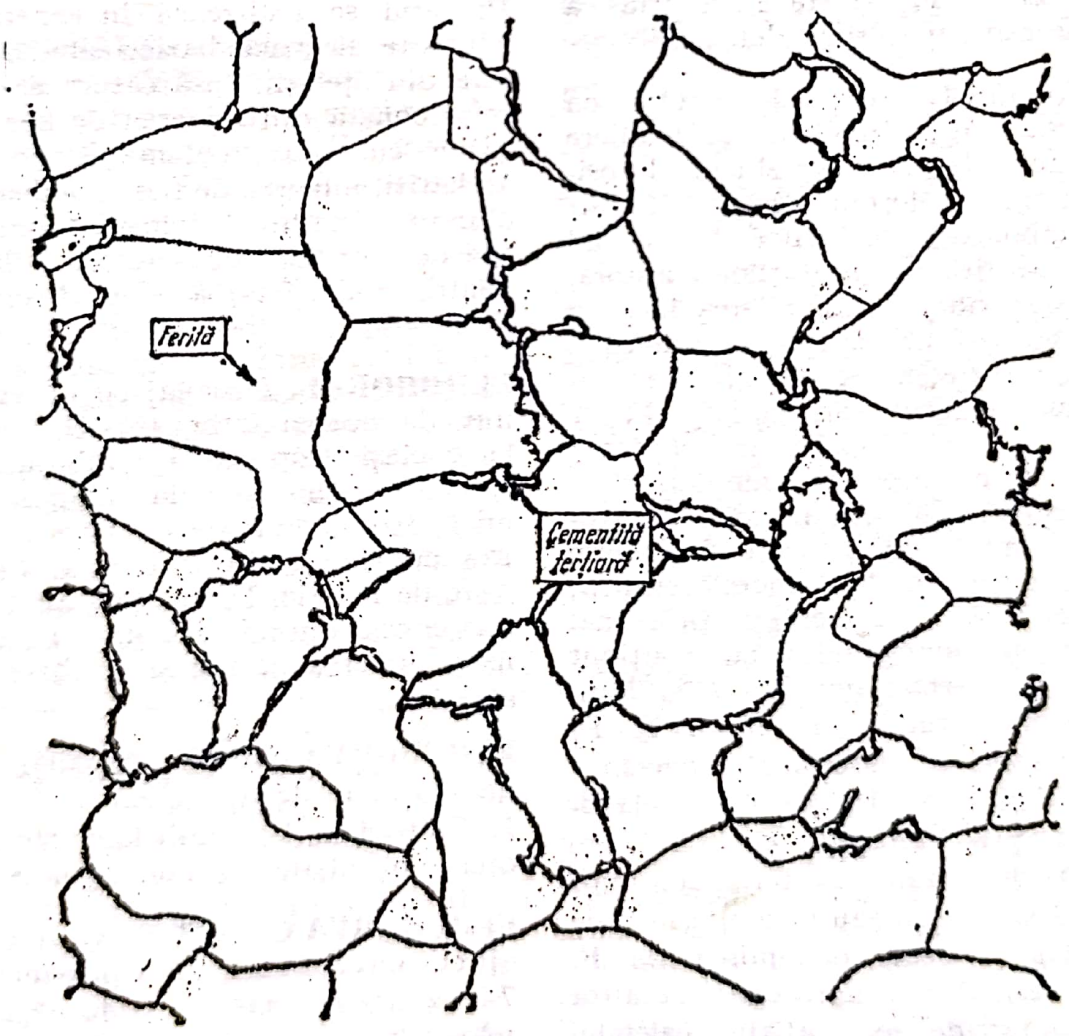



**Fig. F. 4.** Ferită (100: 1)

Scanned with OKEN Scanner

curenți Foucault sînt neglijabile. Se utilizează, în special, în electrotehnică la frecvențe înalte. *Feritele dure* au o structură hexagonală și pe lîngă oxid de fier conțin un oxid de: bariu, plumb, stronțiu sau cobalt. Prezintă rezistivitate în cîmp coercitiv foarte mare. Cele mai folosite sînt cele de bariu ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$) și de stronțiu ($SrO \cdot 6Fe_2O_3$). Procesul de fabricare cuprinde, în primul rînd, măcinarea oxizilor și amestecarea lor cu un liant. Urmează apoi presarea în matrițe, pentru obținerea pieselor de diverse dimensiuni și forme și apoi sinterizarea la cca 1 000°C. Pentru fabricarea magneților anizotropi, presarea se face în cîmp magnetic. Un avantaj deosebit al **F.** constă în faptul că nu necesită materiale deficitare.

**FEROALIAJ,** aliaj al fierului cu unu sau mai multe elemente de aliere (denumit de ex.: ferosiliciu, ferosilicoaluminiu, feronichel ș.a.) folosit la elaborarea oțelurilor în scopul îmbunătățirii proprietăților acestora, prin dezoxidarea sau alierea lor, sau prin legarea într-o formă inofensivă a anumitor elemente însoțitoare dăunătoare (azotul sau sulful). **F.** se elaborează de obicei în cuptoare electrice cu arc prin metoda electrotermică sau prin metoda electrosilicotermică, sau în cuve de reacție speciale, prin metoda metalotermică; uneori însă se elaborează în furnal (cazul feromanganului cu conținut mare de carbon (cu 70—75% Mn), al ferofosforului (cu 15—17% P) și, mai rar al ferocromului (cu 35—38% Cr)). Unele **F.** speciale se elaborează prin retopire electrică sub zgură, descompunere termică a unor compuși chimici sau prin alte metode speciale. Uneori denumirea de **F.** este extinsă și asupra aliajelor altor elemente, de ex.: aliajul calciului cu siliciul — silicocalciu.

**FEROBOR,** feroaliaj cu un conținut de 5—20% B, folosit la alierea oțelurilor, în special în scopul îmbunătățirii călibilității acestora. Se produce industrial prin metoda aluminotermică, care constă în reducerea oxidului de bor cu aluminiu, conform reacției: $2/3B_2O_3 + 4/3Al = 4/3B + 2/3Al_2O_3$. La producerea **F.**, reducerea oxidului de bor este favorizată de formarea borurii de fier, FeB. În acest caz, reacția se prezintă sub forma: $B_2O_3 + 2Al + 2Fe = 2FeB + Al_2O_3$. Deoarece căldura de formare a borurii de fier FeB, este apreciabilă, echilibrul reacției este deplasat puternic spre dreapta, fapt ce determină producerea unui **F.** cu conținut relativ mic de aluminiu. Procesul se realizează în general în cuptoare electrice bazice similare cu cele din oțelării. Încărcătura cuptoarelor constă din minereu de bor (minereu cu borax, colemanit, boracit, aschărit), minereu de fier și pulbere de aluminiu. Înainte de folosire, minereurile de bor se calcinează la ~ 700°C pentru îndepărtarea apei de cristalizare.

**FEROBORAL,** feroaliaj cu un conținut de aproximativ 4% B, folosit în același scop ca și feroborul. Se produce prin metoda aluminotermică, fie în cuptoare electrice bazice sau cu căptușeală carbonică, fie în cuve de reacție. Încărcătura propriu-zisă constă din minereu de bor (calcinat), minereu de fier și pulbere de aluminiu.

**FEROBORVANADIU,** feroaliaj cu un conținut de aproximativ 7—9% B și 40—45% V, folosit la elaborarea oțelurilor aliate cu bor și vanadiu.

**FEROBORVANADIUTITAN,** feroaliaj cu un conținut de aproximativ 7—9% B, 40—45% V și 4—6% Ti, folosit la elaborarea oțelurilor aliate cu bor, vanadiu și titan.

Scanned with OKEN Scanner

**FEROCARBOTITAN,** feroaliaj cu 20—30% Ti și 5—8% C, folosit la dezoxidarea și modificarea fontelor de turnătorie. Se elaborează, de obicei, în cantități mici în cuptorul electric (pînă la 500 kVA). Inițial, în cuptor se introduce cantitatea necesară de fier vechi, care se topește, după care pe suprafața băii se introduce concentrat ilmenitic, var și mangal sau cocs de petrol. În timpul procesului de reducere se urmărește formarea carburii de titan, conform reacției: $TiO_2 + 3C = TiC + 2CO$. În general, procesul se desfășoară destul de greu din cauza viscozității mari a zgurilor cu conținut ridicat de dioxid de titan (peste 20%). Recuperarea titanului este de 70—75%.

**FEROCOBALT,** feroaliaj cu un conținut de 30—50% Co, folosit la aliera oțelurilor cu cobalt (oțeluri rapide, oțeluri refractare etc.). Ca materie primă, se folosesc oxizii complecși de cobalt cu următoarea compoziție chimică: 28—35% Co, 8—16% Zn, 1—2% Fe, 12—20% Mn, 1—2% S, obținuți prin metode de preparare hidrometalurgică a minereurilor de cobalt. Oxizii de cobalt se reduc cu ajutorul carbonului în cuptoare electrice de capacitate mică (500 kVA). Principala reacție a procesului de reducere este: $CoO + C = Co + CO$, reacție care se produce la temperaturi mai mari de 632°C, ceea ce arată că oxidul de cobalt este puțin stabil și se reduce destul de ușor. În cuptorul electric se reduce însă și manganul, zincul și fierul. Zincul se volatilizează în cea mai mare parte. Se obține astfel un aliaj cu un conținut mare de mangan, care nu corespunde din această cauză condițiilor de calitate. De aceea, aliajul este demanganizat cu ajutorul aerului suflat pe baia metalică, în același cuptor electric. Înainte de a fi evacuat din cuptor, **F.** este desulfurat și dezoxidat.

**FEROCROM,** feroaliaj cu un conținut de 60—70% Cr, folosit la elaborarea oțelurilor aliate. **F.** a fost obținut pentru prima oară în 1820, prin reducerea minereurilor de crom (magnocromit, picotit, cromit) cu carbon într-un creuzet. În 1893, a început elaborarea lui în cuptoare electrice, obținîndu-se aliaje cu peste 60% Cr. În funcție de conținutul de carbon, se clasifică în: ferocrom cu conținut foarte mic de carbon (cu 0,06—0,15% C și 65% Cr), ferocrom cu conținut mic de carbon (0,16—0,5% C și 65% Cr), ferocrom cu conținut mediu de carbon (0,51—4,0% C și 65% Cr) și ferocrom cu conținut mare de carbon (4,1—8,0% C și 65% Cr). Se mai produc și calități de ferocrom special cu 70% Cr și sub 0,04% C. Conținutul de Cr din aliaj este determinat de raportul caracteristic $\frac{\%Cr}{\%Fe}$ al minereului și depinde de procedeul de elaborare, acesta fiind cu atît mai complicat și **F.** cu atît mai scump, cu cît conținutul de carbon în aliaj este mai mic. *Ferocromul cu conținut mare de carbon* se elaborează în prezent în cuptor electric cu arc, prin reducere cu carbon. Reducerea oxizilor de crom se realizează în succesiunea: $Cr_2O_3 \rightarrow CrO \rightarrow Cr \rightarrow Cr_7C_3$, care poate fi reprezentată de următoarea reacție globală:

$$2/3Cr_2O_3 + \frac{18}{7}C = \frac{4}{21}Cr_7C_3 + 2CO.$$

La reducerea oxizilor de crom cu carbon nu se poate evita carburarea. La producerea *ferocromului cu conținut mediu de carbon* se pot aplica trei metode: 1) afinarea ferocromului cu conținut mare de carbon cu minereu de crom, folosindu-se în acest scop cuptorul electric; 2) suflarea sa în convertizorul cu oxigen și 3) afinarea cu $SiO_2$ după

reacția: $(Fe,Cr)_7C_2 + 3SiO_2 = 7(Fe, Cr) + 3SiO + 3CO$. *Ferocromul cu conținut mic și foarte mic de carbon* se elaborează în cuptor electric, prin rafinarea ferosilicocromului cu minereu de crom. Uneori în locul ferosilicocromului se folosește ferosiliciu Si 75 sau Si 90. Procesul are loc după reacția silicotermică:

$$2/3Cr_2O_3 + Si = 4/3Cr + SiO_2$$

**F.** cu conținut foarte mic de carbon se folosește la alierea oțelului inoxidabil, oțelului refractar sau pentru rezistențe electrice. *Ferocromul special fără carbon* (0,02—0,04% C), se obține prin aluminotermie, în afara cuptorului.

**FEROFOSFOR,** feroaliaj cu un conținut de cca 15—25% P, 1—10% Si și puțin Mn, Ti, Cr, V folosit la alierea unor tipuri de oțeluri (de ex.: oțelul pentru automate, oțelul pentru piulițe ș.a.). Se folosește și la alierea fontelor utilizate la turnarea obiectelor de artă, în scopul măririi fluidității fontelor. Ca materie primă sînt folosite minereurile care conțin apatit sau fosforit. Se poate produce prin trei metode: electrotermie, silicotermie și aluminotermie, pe baza reacțiilor:

$$2/5P_2O_5 + 2C = 4/5P + 2CO$$

$$2/5P_2O_5 + Si = 4/5P + SiO_2$$

$$2/5P_2O_5 + 4/3Al = 4/5P + 2/3Al_2O_3.$$

După reducere, fosforul se combină cu fierul, formînd fosfuri de fier, după următoarele reacții:

$$3Fe + P = Fe_3P$$

$$2Fe + P = Fe_2P.$$

**F.** se poate produce atît în furnale cît și în cuptoare electrice de feroaliaje. În furnale se obține un **F.** cu pînă la 20% P, pe cînd în cuptoarele electrice cu căptușeală carbonică se produce un **F.** mai bogat, cu 20—25% P. În cazul cuptorului electric se acordă o mare atenție micșorării pierderilor de fosfor prin volatilizare. De aceea, se lucrează într-un cuptor ermetic, sub un strat gros de zgură.

**FEROMANGAN,** feroaliaj cu un conținut, în general, de peste 70% Mn. A fost obținut pentru prima dată în 1774, în creuzet. În 1873, la Reșița, s-a produs **F.** cu 70% Mn, din care au fost expuse mostre la expoziția mondială de la Viena. La începutul sec. XX s-a trecut la producerea **F.** în furnal, iar ulterior a început să se producă în cuptoare electrice. Ca materie primă pentru elaborarea **F.** în practică, se folosesc minereuri cu conținut ridicat de mangan (peste 49% Mn), cum sînt: pirolusitul, braunitul, rodocrozitul, rodonitul. În funcție de conținutul de carbon este denumit feromangan cu conținut mare de carbon și feromangan afinat sau feromangan cu conținut mic de carbon.

**feromanganul cu conținut mare de carbon** (cu peste 70% Mn și 5—7% C) se elaborează atît în cuptoare electrice (de același tip cu cele folosite la producerea ferosiliciului) cît și în furnale. Dintre oxizii de mangan ($MnO_2$, $Mn_2O_3$, $Mn_3O_4$, MnO), rolul cel mai important la elaborare îl are MnO, deoarece ceilalți oxizi se disociază relativ ușor. Reducerea MnO cu carbonul are loc după reacțiile:

$$2MnO + C = 2Mn + 2CO$$

$$2MnO + 8/3C = 2/3Mn_3C + 2CO.$$

Reacția de reducere cu formarea carburii de mangan se dezvoltă mult mai mult decît prima reacție, ceea ce duce la obținerea unui feroaliaj cu conținut mare de carbon (5,5—7% C). În practică se folosesc două procedee (cu și fără fon-

dant) de elaborare în cuptoare electrice. La *procedeul cu fondant* se alege o bazicitate a zgurii de 1,1—1,4. Ca urmare, cca 80% din manganul încărcăturii trece în aliaj, 8—10% în zgură și 10—12% se volatilizează. În acest caz silicea se reduce foarte puțin și conținutul de siliciu în feroaliaj nu depășește 2%. La *procedeul fără fondant*, se obțin zguri cu 39—42% Mn, 30% $SiO_2$ și sub 0,03% P, care se folosesc ulterior la producerea silicomanganului. În acest caz, 60% din manganul încărcăturii trece în aliaj, 30—32% în zgură și 8—10% se volatilizează. Cum la producerea silicomanganului din zgura obținută se recuperează min. 70% din mangan, recuperarea totală a manganului (în cele două procese) este de 81—83% în loc de 80%, la procedeul cu fondant. Se produce și în furnale, de obicei cu volumul util de 500—600 $m^3$. Din punct de vedere al prețului de cost, producerea sa în cuptoare electrice după procedeul fără fondant este mai avantajoasă decît procedeul cu fondant și furnal.

**feromanganul afinat sau feromanganul cu conținut mic de carbon** (1,5—0,5% C) se obține pe cale electrosilicotermică, într-un cuptor electric cu căptușeală bazică. Conținutul de carbon din acest feroaliaj este în primă aproximație egal cu conținutul de carbon al silicomanganului. Procesul de reducere a MnO cu siliciul din silicomangan este caracterizat prin reacția: $2MnO + Si = 2Mn + SiO_2$. Pentru ca reducerea să fie cît mai completă, se lucrează cu zgure bazice care leagă silicea produsă. Pentru aceasta în încărcătură se introduce var, astfel încît bazicitatea zgurei să fie de 1,1—1,3. O parte din var se introduce direct pe vatra cuptorului pentru a o proteja de silicea care se formează. Zgura obținută la elaborarea acestui feroaliaj are următoarea compoziție chimică: 28—37% MnO, 30—33% $SiO_2$, 33—37% CaO, 0,3—1% FeO, 1,25—2,25% $Al_2O_3$, 0,010—0,04% $P_2O_5$ și 1,00—2,00% MgO și se folosește ca materie primă datorită conținutului de mangan pentru furnale la producerea fontei obișnuite, a feromanganului cu conținut mare de carbon sau a silicomanganului. Aliajul se toarnă în lingotiere de fontă. Conținutul mic de carbon (0,2—0,3%) se poate obține numai în cazul cînd, în timpul procesului, electrozii nu ating baia metalică (pentru a evita carburarea).

**FEROMANGAN FOSFOROS,** feromangan conținînd 60—75% Mn, 2,5—4,0% P, 4,5—6,0% C, 17—25% Fe, 0,15—0,30% Si, folosit la dezoxidarea oțelului pentru automate. Se obține la prelucrarea pirometalurgică a minereurilor de mangan (obținerea minereului artificial defosforat) în scopul producerii manganului metalic, operație care se bazează pe diferența dintre reductibilitatea MnO și a $P_2O_5$. (Oxidul de mangan începe să se reducă cu carbonul la aproximativ 1200°C, în timp ce $P_2O_5$ începe să se reducă la aproximativ 750°C. În plus $P_2O_5$, poate fi redus chiar de mangan.) Acest feroaliaj se produce în cuptoare electrice, Procesul tehnologic decurgînd astfel: se încarcă mai întîi pe vatră jumătate din cantitatea de cocs, apoi se introduce sub electrozi cuarțit, iar minereul de mangan amestecat cu restul de cocs se încarcă înspre pereții cuptorului electric. Se topește încărcătura, apoi se menține topitură în cuptor 20—25 min, după care se evacuează numai zgura. Aliajul rezultat — **F. F.** — se evacuează numai o dată pe zi, deoarece se obține în cantitate mică (aprox. 90 kg la 1 t zgură). Zgura rezultată, denumită *minereu artificial*, are următoarea compoziție chimică: 50—60%

Scanned with OKEN Scanner

MnO, 24—29% $SiO_2$, 0,2—0,6% FeO, 2—3% CaO, 3,5% $Al_2O_3$ și 0,010—0,020% P. Minereul artificial se produce pe această cale și în cazul îmbogățirii minereurilor sărace de mangan pentru producerea feromanganului obișnuit.

**FEROMOLIBDEN,** feroaliaj cu un conținut de peste 55% Mo și sub 0,2% C, folosit la fabricarea oțelurilor speciale. Se obține prin electrotermie, în special, prin silicotermie folosind frecvent două metode: 1) din molibdenit brut, în prezența oxizilor de mangan, oxizilor de fier sau a varului, după reacțiile:

$$MoS_2 + 2MnO_2 + 4C = Mo + 2MnS + 4CO$$

$$MoS_2 + Fe_2O_3 + 3C = Mo + 2FeS + 3CO$$

$$2MoS_2 + 2CaO + 3C = 2Mo + 2CaS + CS_2 + 2CO.$$

2) din oxid de molibden obținut prin prăjirea molibdenitului, după reacțiile:

$$2/3MoO_3 + 2C = 2/3Mo + 2CO$$

$$2/3MoO_3 + 7/3C = 1/3Mo_2C + 2CO$$

$$MoO_2 + 2C = Mo + 2CO$$

$$MoO_2 + 5/2C = 1/2Mo_2C + 2CO.$$

Procesul electrotermic se realizează în cuptoare electrice cu arc cu căptușeală carbonică. Cînd conținutul de carbon din aliajul produs este prea mare, aliajul se retopește și se afinează cu oxid de molibden sau cu minereu de fier. În cazul reducerii cu siliciu, încărcătura cuptorului electric constă din: concentrat prăjit de molibdenit, minereu bogat de fier sau arsură de fier cu conținut sub 2% Si, așchii de oțel moale și fluorină. Uneori, în loc de fluorină se folosește minereul de mangan, care fluidifică zgura și favorizează desulfurarea aliajului. Ca reducător se folosește, de obicei, ferosiliciu Si 75 cu un adaos de aluminiu reprezentînd 7—8% din greutatea sa. O parte din ferosiliciu este înlocuită cu aluminiu, deoarece reacțiile aluminotermice sînt mai puternice, asigurîndu-se astfel o separare mai bună a **F.** de zgură. Reacțiile care au loc sînt următoarele:

$$2/3MoO_3 + Si = 2/3Mo + SiO_2$$
$$MoO_2 + Si = Mo + SiO_2$$
$$Fe_3O_4 + 2Si = 3Fe + 2SiO_2$$
$$2Fe_3O_4 + Si = 6FeO + SiO_2$$
$$2/3MoO_3 + 4/3Al = 2/3Mo + 2/3\ Al_2O_3$$
$$MoO_2 + 4/3Al = Mo + 2/3Al_2O_3$$

Recuperarea molibdenului este de 99—99,5%.

**FERONICHEL,** feroaliaj cu conținut de peste 5% Ni folosit la alierea oțelurilor, iar uneori pentru obținerea clorurii de nichel din care se produce apoi prin electroliză nichelul catodic. Se obține în cuptoare electrice de mare capacitate (10 000—16 000 kVA) prin reducerea cu carbon a minereurilor de nichel oxidice (laterite, serpentine nichelifere etc.) după reacția: NiO + C = Ni + CO. Temperatura de la care începe să se producă această reacție este de 550°C, ceea ce dovedește că oxidul de nichel este puțin stabil și se reduce cu ușurință, mai ușor decît oxizii de fier. În condițiile din cuptoarele electrice folosite, fierul se reduce și el și se carburează, obținîndu-se **F.** Acesta se decarburează în cuptor Martin sau în cuptor electric cu minereu de nichel și var, sau în convertizoare, producîndu-se oțel aliat cu nichel, sau **F.** cu conținut mic de carbon folosit pentru alierea altor șarje de oțel.

**FERONIOBIU,** feroaliaj cu un conținut de 50,0—70,0% Nb + Ta și sub 0,10 sau 0,25% C. Se produce, de asemenea, și **F.** cu 50—60% Nb. Acest feroaliaj se folosește în special la alierea oțelului inoxidabil și a celui refractar. Se poate produce

Scanned with OKEN Scanner

fie prin silicotermie, fie prin aluminotermie. Ca materie primă se folosesc concentrate obținute din minereuri cu tantalit, piroclor sau loparit. Reducerea cu siliciu are loc conform reacției:

$$2/5Nb_2O_5 + Si = 4/5Nb + SiO_2.$$

Procesul de reducere a pentoxidului de niobiu se desfășoară însă în mai multe trepte, conform principiului succesiunii reducerii. Ultimei trepte îi corespunde reacția: $2NbO + Si = 2Nb + SiO_2$. Prin silicotermie se poate obține **F.** numai în cuptor electric și numai cu un conținut mare de siliciu (10—12%). De aceea la producerea **F.** se preferă metoda aluminotermică, bazată pe reacția:

$$2/5Nb_2O_5 + 4/3Al = 4/5Nb + 2/3Al_2O_3.$$

Ultima treaptă a procesului are loc după reacția: $2NbO + 4/3Al = 2Nb + 2/3Al_2O_3$. Procesul aluminotermic se realizează de obicei în cuve de reacție căptușite cu cărămidă de magnezită, bine preîncălzite, iar încărcătura constă din brichete obținute din concentrat cu cca 43—46% $(Nb + Ta)_2O_5$, pulbere de aluminiu, minereu bogat de fier, iar ca liant se folosește sticlă solubilă și apă. Brichetele se usucă în cuptor cu vatră timp de 30 min. la 250°C.

**FEROSILICIU,** feroaliaj al cărui conținut în siliciu se încadrează, în general, în limitele 40—48%, 72—80% și 87—95%. A fost obținut pentru prima oară, în 1808, în creuzet de grafit. Se elaborează în cea mai mare parte în cuptoare electrice. În furnal, nu se poate produce decît **F.** cu pînă la 16% Si; de obicei se produc numai fonte silicioase cu 9—14% Si. La elaborarea **F.** se folosește de obicei cuarț, cuarțit sau calcedonie, care conțin peste 96% $SiO_2$ și un conținut

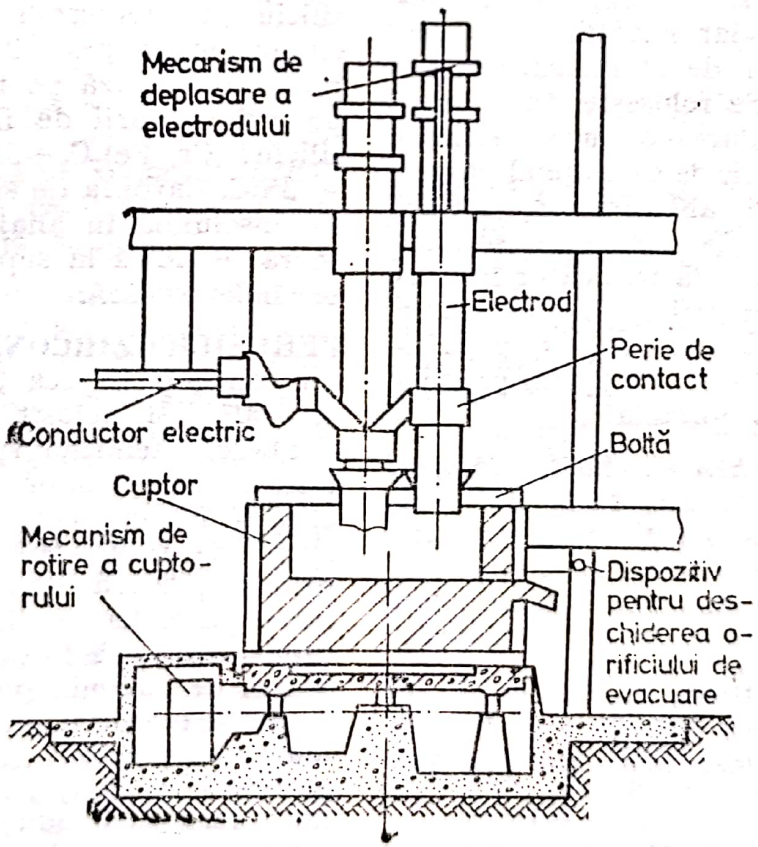



**Fig. F. 5.**

mic de MgO, CaO, $Al_2O_3$ și $P_2O_5$. Fierul este introdus în încărcătură sub formă de aşchii de oțel carbon obișnuit. Aşchiile trebuie să fie relativ scurte (spirale pînă la 100 mm) pentru a evita îngreunarea deservirii cuptoarelor electrice. Ca reducători se folosesc: mangalul, cocsul metalurgic, cocsul de petrol, cocsul mărunt. Reducerea siliciului în cuptorul electric se produce după reacția: $SiO_2 + 2C = Si + 2CO$. Siliciul redus se dizolvă în fier, evitîndu-se astfel reoxidarea sau volatilizarea lui. Cuptoarele electrice sînt de obicei, trifazate cu boltă, cu secțiunea circulară și cu vatră rotitoare (fig. F. 5). **F.** evacuat din cuptor este turnat în lingouri plate, cu grosimea (înălțimea) de 100—120 mm. După solidificare, se sparge ușor în bucăți, care sînt, apoi, separate de restul zgurii cu ciocanul pneumatic, după care este expediat la consumator. Mărcile de **F.** sînt în funcție de conținutul de Si, iar notațiile sînt specifice normelor de standardizare ale fiecărei țări. Se folosește, în special, pentru dezoxidarea oțelurilor și alierea unor oțeluri, de ex.: oțelul pentru arcuri, oțeluri anticorosive, oțeluri refractare etc. De asemenea, se folosește în calitate de reducător în procesele metalotermice, la fabricarea electrozilor etc. În prezent, producția de **F.** reprezintă 60% din producția totală de feroaliaje.

**FEROSILICOALUMINIU,** feroaliaj cu un conținut de 25—40% Al, 50—60% Si și sub 10% Fe, folosit pentru dezoxidarea oțelurilor și, în special, ca reducător (în locul aluminiului) la obținerea metalelor și aliajelor.

**FEROSILICOBOR,** feroaliaj cu un conținut de cca 10% B, sub 15% Si și 15% Al; folosit la alierea oțelurilor cu bor.

**FEROSILICROM,** feroaliaj cu un conținut de 25—55% Cr și 25—55% Si, folosit în special la elaborarea ferocromului cu conținut mic și foarte mic de carbon. Se elaborează în cuptoare electrice, prin două metode: una dintre metode constă în reducerea cu ajutorul cocsului a oxizilor de crom din minereu în paralel cu reducerea silicei din cuarțit, conform reacțiilor:

$$2/3Cr_2O_3 + 18/7C = \frac{4}{21} Cr_7C_3 + 2CO$$

$$SiO_2 + 2C = Si + 2CO.$$

Siliciul redus se dizolvă în ferocromul format, înlocuind o parte din carbon. Metoda este folosită la elaborarea **F.** cu conținut de pînă la 50% Si. A doua metodă, folosită de obicei la producerea **F.** foarte bogat în siliciu (peste 50% Si) constă în reducerea silicei din cuarțit cu carbon în prezența ferocromului cu conținut mare de carbon. Conținutul de siliciu din ferocrom trebuie să fie cît mai mare (peste 2,5%). Decarburarea se bazează pe reacția descompunerii carburii de fier și crom cu siliciu: $(Cr, Fe)_7C_3 + 3Si = 7(Cr, Fe) + 3SiC$. Carbura de siliciu este practic insolubilă în aliaj; fiind mai ușoară se ridică la suprafață de unde se îndepărtează.

**FEROSILICOZIRCONIU,** feroaliaj cu un conținut de cca 30—50% Zr și 25—50% Si, folosit la dezoxidarea și alierea oțelurilor speciale. Ca materie primă la elaborarea acestui feroaliaj se folosesc concentrate cu 35—60% $ZrO_2$ și 30—50% $SiO_2$, obținute prin prepararea minereurilor cu zirconiu (baddeleit, eudialit, lavenit, catapleit sau zirkelit). **F.** cu conținut scăzut de zirconiu (pînă la 30% Zr) se poate obține în cuptoare electrice folosind reducători cu carbon (mangal, cocs, antracit). În prezent a căpătat o largă răspîndire procedeul metalotermic de obținere a **F.** folosind ca reducători aluminiul și siliciul.

Scanned with OKEN Scanner

Reducerea $ZrO_2$ cu aluminiu are loc după reacția: $ZrO_2 + 4/3Al = Zr + 2/3Al_2O_3$ și se realizează în cuptoare electrice cu arc, asemănătoare celor din oțelării cu căptușeală de magnezită. Ca fondant se folosește varul. În încărcătură se mai introduce și minereu de fier (> 63% Fe). Se obține un aliaj cu 35—40% Zr, 40—50% Si, 2,5—5% Al și sub 0,1% C. Recuperarea zirconiului este de cca 45%. Reducerea $ZrO_2$ cu siliciul are loc la temperaturi de peste 572° C, conform reacției: $ZrO_2 + Si = Zr + SiO_2$. Procesul se realizează în cuptor electric cu arc în două etape. La început se topește concentratul de zirconiu amestecat cu var, adăugînd în baia topită ferosiliciu Si 90 în exces. Se obține o zgură săracă în oxizi de zirconiu, care se evacuează și un aliaj prea sărac în zirconiu și prea bogat în siliciu care este păstrat în cuptor. Urmează etapa a doua, în care se introduce în cuptor doar concentrat de zirconiu, pentru a obține compoziția chimică dorită a aliajului, care apoi se evacuează, păstrînd în cuptor zgura bogată în oxizi de zirconiu. Pe această cale se pot obține aliaje cu pînă la 50% Zr.

**FEROSILID,** fontă anticorosivă înalt aliată cu 14—18% Si. Are rezistență mecanică relativ mică ($\sigma_r$ = 14—17 daN/mm²), duritate mare ($HB$ = = 300—450 daN/mm²), contracție liniară mare (1,2—2,3%). Se utilizează sub formă de piese turnate rezistente în acizii azotic și sulfuric, în soluții de săruri bazice și în alte medii corosive.

**FEROTITAN,** feroaliaj cu 20—75% Ti, utilizat la dezoxidarea și alierea oțelurilor, precum și la fabricarea electrozilor folosiți la sudura electrică. Se obține prin metoda aluminotermică în cuptor electric sau în cuvă de reacție specială. Mărcile bogate de **F.** se produc numai în cuptoare electrice, în timp ce **F.** cu mai puțin de 28% Ti se fabrică, în general, în cuve de reacție. Ca materie primă se folosesc concentrate de titan cu peste 38% $TiO_2$, sub 4% $SiO_2$ și sub 0,05% S, concentrate obținute prin îmbogățirea minereurilor care conțin ilmenit, rutil, titanit sau perowskit. Reacțiile care au loc în timpul procesului de reducere aluminotermică sînt următoarele:

$$TiO_2 + 4/3Al = Ti + 2/3Al_2O_3$$
$$SiO_2 + 4/3Al = Si + 2/3Al_2O_3$$
$$2FeO + 4/3Al = 2Fe + 2/3Al_2O_3$$
$$2/3Fe_2O_3 + 4/3Al = 4/3Fe + 2/3Al_2O_3$$

Oxizii de fier se reduc aproape total (99%), dioxidul de siliciu se reduce 90%, iar dioxidul de titan 75—80%. Titanul rămas în zgură se găsește sub formă de oxizi inferiori (TiO și $Ti_2O_3$), greu reductibili. Prețul de cost al **F.** este determinat în mare măsură de consumul de aluminiu; de aceea trebuie luate măsuri pentru a evita pierderile de aluminiu în cursul procesului tehnologic.

**FEROVANADIU,** feroaliaj cu un conținut de cca 35—80% V, sub 3,5% Si și sub 2% Al. **F.** cu un conținut mic de fosfor (sub 0,1% P) se folosește la alierea oțelului, iar **F.** cu conținut mai mare de fosfor (sub 0,2% P sau sub 0,25% P) la alierea fontelor. Poate fi obținut prin electrotermie, aluminotermie sau silicotermie. Metoda electrotermică n-a căpătat o răspîndire prea mare, deoarece din cele două reacții care au loc:

$$2/5V_2O_5 + 2C = 4/5V + 2CO$$
$$2/5V_2O_5 + 14/5C = 4/5CV + 2CO,$$

reacția de formare a carburii de vanadiu are o mare extindere și în acest caz, practic, se obține un aliaj care conține 4—6% C, aliaj care nu poate fi folosit la elaborarea majorității oțelurilor aliate cu vanadiu.

Scanned with OKEN Scanner

De aceea, cea mai mare parte de **F.** se produce prin reducerea $V_2O_5$ cu aluminiu sau siliciu. La baza reducerii cu aluminiu stă reacția generală:

$$2/5V_2O_5 + 4/3Al = 4/5V + 2/3Al_2O_3,$$

reacție care se desfășoară cu multă ușurință, fiind puternic exotermă. Ca urmare, procesul se poate realiza în afara cuptorului electric, în cuve de reacție, în care se încarcă concentrat de vanadiu, pentoxid de vanadiu tehnic, obținut prin îmbogățirea minereurilor cu vanadiu (vanadinit, patronit, carnotit etc.) aluminiu și așchii de oțel moale (o parte din cantitatea de așchii poate fi înlocuită cu minereu de fier). De asemenea, uneori se adaugă în încărcătură mici cantități de var sau de fluorină, pentru fluidificarea zgurii bogate în alumină. Recuperarea vanadiului este de 92—95%. Reducerea oxizilor de vanadiu cu siliciu se realizează după reacțiile:

$$2/5V_2O_5 + Si = 4/5V + SiO_2$$

$$2/3V_2O_3 + Si = 4/3V + SiO_2$$

$$2VO + Si = 2V + SiO_2.$$

Deși prima reacție este puternic exotermă, reducerea silicotermică a oxizilor de vanadiu nu poate fi realizată cu ușurință în practică, din cauza efectelor termice mici ale celorlalte două reacții și pentru că oxizii $V_2O_5$ și VO reacționează cu $SiO_2$, dînd silicați care îngreunează și mai mult procesul de reducere. De aceea reducerea silicotermică a oxizilor de vanadiu se poate realiza numai în cuptor electric și numai în mediu bazic după reacțiile:

$$2/5V_2O_5 + Si + 2CaO = 4/5V + Ca_2SiO_4$$

$$2/3V_2O_3 + Si + 2CaO = 4/3V + Ca_2SiO_4$$

$$2VO + Si + 2CaO = 2V + Ca_2SiO_4$$

În încărcătura cuptorului electric se folosește concentrat de vanadiu, ferosiliciu Si 75, șutaje de oțel moale și var proaspăt și bine ars. Recuperarea vanadiului este de 98—99%.

**FEROWOLFRAM,** feroaliaj cu un conținut de 65—80% W, folosit, în special, pentru alierea oțelului rapid. Materia primă utilizată la elaborarea **F.** constă din concentrate de wolfram cu cca 60—70% $WO_3$, 0,1—15% MnO, 0,5—10% $SiO_2$, obținute prin îmbogățirea minereurilor cu wolframit, ferberit, hübnerit sau scheelit. **F.** cu peste 70% W are o temperatură de topire foarte înaltă, de aceea nu poate fi obținut în stare lichidă. Pînă nu demult cea mai cunoscută metodă de producere era reducerea oxizilor de wolfram cu carbonul din cocs în cuptoare electrice, pe vatra cărora se formează un bloc de **F.** Vatra se îndepărtează împreună cu blocul solid, aducînd la cuptor o nouă vatră. În prezent, se răspîndește tot mai mult o nouă metodă care constă în scoaterea **F.** în stare păstoasă din cuptor cu ajutorul unor lingouri de oțel, asemănătoare celor cu care se iau probele la elaborarea oțelului. Se mai poate produce prin metalotermie în cuve de reacție, folosind ca reducător un amestec de ferosiliciu și aluminiu sau — în ultimul timp — ferosilicoaluminiu. Toate materialele sînt folosite în stare de pulbere fină, iar încărcătura se amestecă cît mai bine cu putință. Pentru fluidificarea zgurii se introduce o anumită cantitate de arsură de fier și un exces de aluminiu, pentru acoperirea necesarului de căldură în vederea bunei desfășurări a procesului. Reducerea oxizilor de wolfram are loc conform reacțiilor:

$$2/3WO_3 + Si = 2/3W + SiO_2$$

$$WO_2 + Si = W + SiO_2$$

$$2/3WO_3 + 4/3Al = 2/3W + 2/3Al_2O_3$$

$$WO_2 + 4/3Al = W + 2/3Al_2O_3$$

Scanned with OKEN Scanner

Recuperarea wolframului este de cca 98%.

**FEROXARE,** tratament termochimic care constă în încălzirea pieselor de oțel la temperaturi cuprinse între 500—600°C, într-o atmosferă de vapori care produc pe suprafața acestora un strat subțire (cca 0,005 mm), dur și tenace, de $Fe_3O_4$ de culoare albastră. Se aplică aliajelor Fe—C în scopul creșterii rezistenței la coroziune, la gripare, măririi durabilității sculelor așchietoare și ameliorării aspectului pieselor.

**FIER (FER),** Fe, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 26, masa atomică 55,847, valența II, III, VI. Fierul meteoric este cunoscut din antichitate și folosit la confecționarea diverselor obiecte. În natură se găsește răspîndit sub formă de combinații în minereuri (hematit, magnetit, limonit). Fierul pur are culoarea cenușiu-albăstruie, densitatea 7,86 kg/dm³, p.t. 1535°C, p.f. 3250°C, căldura masică (la 20°C) 464 J/kg · K și rezistivitatea electrică de 0,092 Ω·mm²/m. Cristalizează în sistemul cubic și în funcție de temperatură prezintă următoarele forme alotropice: Feα, cu domeniul de stabilitate pînă la 770°C, cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat avînd parametrul rețelei cristaline (la 20°C) de 2,86 Å și este magnetic; Feβ, cu domeniul de stabilitate cuprins între 770 și 910°C, cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat avînd parametrul rețelei cristaline (la 800°C) de 2,90 Å și este nemagnetic; Feγ, cu domeniul de stabilitate cuprins între 910 și 1400°C, cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate avînd parametrul rețelei cristaline de 3,64 Å și este nemagnetic; Feδ, cu domeniu de stabilitate cuprins între 1400 și 1535°C, cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat avînd parametrul rețelei cristaline de 2,93 Å și este nemagnetic. Este un metal moale din care motiv, exceptînd alungirea, prezintă proprietăți mecanice inferioare (rezistența de rupere la tracțiune 25 daN/mm², alungirea $\delta = 50\%$, reziliența $KCU = 30$ daNm/cm² și duritatea $HB = 80$). Carbonul în diverse procente influențează substanțial proprietățile fizico-mecanice ale **F.,** formînd cu acesta două mari clase de aliaje: fonte și oțeluri. Din punct de vedere chimic, fierul poate fi caracterizat ca un element destul de reactiv, cea mai mare stabilitate chimică avînd combinațiile **F.** trivalent. Înlocuiește unele metale (Cu, Sn, Pb, Ag etc.) din soluțiile sărurilor lor. În aer umed, se oxidează, rugina fiind formată din FeO · OH, $Fe_3O_4$ și $Fe_2O_3$. La temperatura obișnuită prezintă fenomenul de pasivitate față de acizii concentrați, reacționînd însă cu acizii diluați. Reacționează cu halogenii, sulful și la cald cu acidul azotic și acidul sulfuric formînd sărurile respective. Din punct de vedere practic, fierul tehnic pur are un domeniu destul de restrîns de aplicare. Se menționează utilizarea sa în industria electrotehnică, datorită proprietăților sale electromagnetice. Aceste proprietăți sînt influențate de impurități (carbon, oxigen, sulf, fosfor și hidrogen), mărimea grăunților cristalini și tensiunile interne din metal. Ca material magnetic se utilizează trei tipuri calitative de fier: *fier tehnic pur* cu un conținut de 99,5—99,90% Fe, *fier carbonil* și *fier electrolitic* cu un conținut de cca 99,98% Fe.

**FILIERĂ,** sculă principală cu ajutorul căreia se realizează deformarea plastică a materialului în procesul de tragere a sîrmelor și barelor. De ea depind proprietățile mecanice și calitatea produselor trase, precum și randamentul mașinii de tras. Este alcătuită din miezul detașabil și

Scanned with OKEN Scanner

carcasă. În miezul filierei se află orificiul prin care trece materialul în timpul operației de tragere. Profilul orificiului filierei este compus din șase zone: conul de intrare, conul de ungere, conul de lucru, calibrul cilindric, conul de degajare și conul de ieșire. Pentru tragerea sîrmelor groase **F.** se execută din fontă sau din oțel forjat. Cele mai utilizate **F.** sînt confecționate din aliaje dure. Pentru tragerea barelor patrate sau dreptunghiulare se mai folosesc matrițe sau filiere reglabile. Acestea sînt formate din mai multe plăcuțe din aliaj dur care pot fi deplasate, modificînd dimensiunile orificiului filierei. Reglarea acestor plăcuțe se face uneori destul de dificil. În fig. F. 6 sînt reprezentate **F.** și orificiul de trecere a materialului.

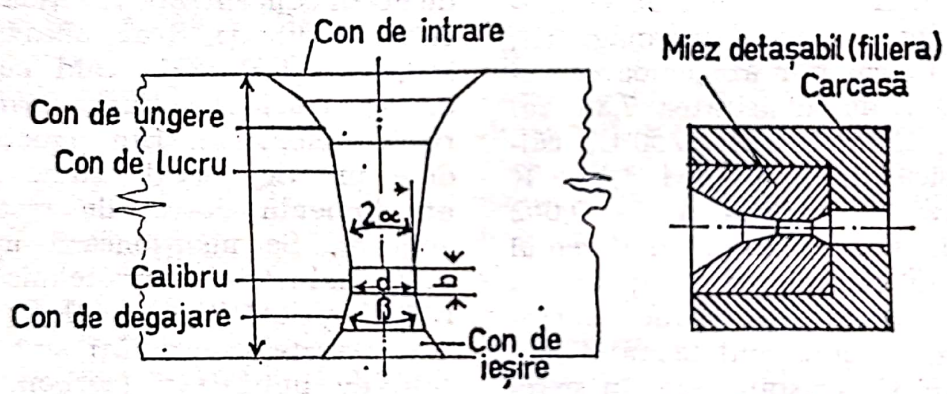



**Fig. F. 6.**

**FILTRARE,** operație de separare a fazelor unui amestec eterogen solid—fluid cu ajutorul unui strat de material poros prin care poate trece numai faza fluidă. În mod curent, **F.** se referă la separarea fazei solide de cea lichidă dintr-o suspensie și depinde de următorii factori: granulozitatea fazei solide, structura materialului care formează faza solidă, viscozitatea fazei lichide etc. Poate decurge la presiune și temperatură normală sau, în scopul grăbirii ei, la diferite presiuni sau temperaturi. Operația se efectuează cu ajutorul filtrelor și se utilizează în procesele legate de metalurgia extractivă.

**FILTRU,** dispozitiv cu ajutorul căruia se realizează operația de filtrare a materialelor. Separarea fazei solide se face cu ajutorul unui material poros numit *strat filtrant* care în unele cazuri poate fi înlocuit cu site sau table perforate care nu permit trecerea materialului solid. **F.** este alcătuit dintr-o incintă (recipient, pîlnie) în care se acumulează suspensia care trebuie filtrată, stratul filtrant și un colector pentru captarea și evacuarea filtratului. În funcție de materialul care este supus filtrării, se utilizează diferite tipuri de **F.** care se deosebesc atît din punct de vedere constructiv cît și după principiul de funcționare. Se urmărește creșterea randamentului și a vitezei de filtrare. În metalurgie, se utilizează: filtrul presă, filtrul cu vid, filtrul cu saci, filtrul Kelly și filtrul Cotrel.

**filtru cu saci,** filtru alcătuit din elemente filtrante verticale, echidistante, formînd un bloc care se introduce într-un recipient unde este adusă suspensia pentru filtrare. Fiecare element filtrant este format dintr-o ramă metalică confecționată din tablă găurită și îmbrăcată într-un sac din pînză. Elementele filtrante sînt

Scanned with OKEN Scanner

prinse etanș unele de altele, fluidul filtrat fiind preluat prin aspirație de o conductă colectoare, legată de fiecare element filtrant.

**filtru Kelly,** filtru alcătuit din mai multe elemente filtrante dreptunghiulare, montate pe un cărucior care alunecă pe două șine. Un element filtrant se compune dintr-o ramă din țeavă de oțel perforată pe care este fixată o sită ondulată, întreg elementul fiind îmbrăcat cu o pînză filtrantă. Ansamblul de site se introduce într-un cilindru închis etanș cu un capac în care se pompează lichidul pentru filtrare. După filtrare lichidul este evacuat în exterior cu ajutorul unei conducte care este legată de rama perforată a fiecărui element filtrant.

**filtru presă,** filtru compus din mai multe camere sau rame filtrante, asamblate etanș prin care amestecul fluid-solid de filtrat este obligat să treacă la o presiune de 3—5 at. Fiecare cameră sau ramă conține plăci și pînze care reține particulele solide.

**FILTRU METALIC,** filtru pentru purificarea fluidelor gazoase sau lichide, confecționat din pulberi metalice sinterizate, a cărui porozitate este mai mare de 30%. În afară de porozitate, **F. M.** trebuie să prezinte o bună permeabilitate la fluidele supuse filtrării precum și o rezistență mare la coroziune. Proprietățile sale sînt influențate în principal de caracteristicile pulberii metalice, de presiunea de compactizare și de temperatura și durata sinterizării. În mod obișnuit, la fabricarea **F. M.** se întrebuințează pulberi cu granulele de formă cît mai sferică avînd suprafața netedă. Presarea pulberii în matrițe se face la presiuni mici (500 și 2000 daN/cm$^2$). Pentru obținerea porilor deschiși se practică mai multe procedee. Unul dintre ele prevede introducerea în amestecul de pulbere a unui material (carbonat de amoniu) care în timpul sinterizării se evaporă în întregime. Sinterizarea are loc în două etape: în prima etapă are loc o încălzire, la temperatură mai joasă, în scopul eliminării adaosurilor utilizate pentru formarea porilor deschiși după care în etapa a doua se realizează sinterizarea propriu-zisă la temperatura corespunzătoare materialului. Procesul de fabricare al **F. M.** prezintă unele particularități, în funcție de natura materialului folosit. De ex.: filtrele din bronz se confecționează din pulbere obținută prin sfărîmare în mori cu ciocane. Pulberea astfel obținută este formată din granule de dimensiuni mai mari și de formă sferică. Sinterizarea se face la 800°C, timp de 30—60 min, în atmosferă protectoare.

**FLAMARE,** operație de curățire parțială sau totală a suprafețelor lingourilor sau semifabricatelor cu ajutorul arzătoarelor oxiacetilenice. Se aplică oțelurilor carbon și oțelurilor aliate, exceptînd oțelurile inoxidabile și refractare. În funcție de calitatea oțelului, se poate realiza cu sau fără încălzirea preliminară a materialului. Se execută manual sau cu ajutorul mașinilor de flamare.

**FLOCULARE,** operație de sedimentare a particulelor fine aflate sub formă de suspensie, într un lichid, prin coagulare (aglomerare) cu ajutorul unui floculant. *Floculantul* poate fi un electrolit sau un coloid, cu particule cu sarcini electrice de sens contrar sarcinilor particulelor aflate în suspensie. Introdus în masa lichidului neutralizează sarcinile electrice ale particulelor solide în suspensie, după care acestea se pot reuni (aglomera) în particule de dimensiuni mai mari care sedimentează ușor. De ex.: pentru sedimentarea argilelor se folosește soda caustică.

Scanned with OKEN Scanner

**FLOTAȚIE,** operație de concentrare pe cale umedă a minereurilor și a cărbunilor. Se bazează pe proprietatea particulelor mici de material solid de a putea pluti într-un lichid (flotabilitate) deși au o densitate mai mare decît a acestuia, datorită tensiunilor superficiale, care apar la contactul dintre diferite faze (solidă, lichidă, gazoasă). Mineralele fine sub formă de suspensie în apă se comportă diferit, după cum sînt hidrofobe (nu au afinitate pentru apă) cu tendință de plutire sau hidrofile (au afinitate pentru apă) cu tendință de cădere. Pentru ca particulele să se ridice la suprafața suspensiei se suflă aer. Avînd însă densitate mai mare ca apa, în momentul cînd bula de aer ajunsă la suprafață se sparge particula tinde să cadă. Accentuarea hidrofobiei particulelor utilului și menținerea lor la suprafața lichidului se face prin adăugarea unor substanțe chimice numite *reactivi de flotație.* Reactivii de flotație folosiți poartă denumirea de: spumanți, colectori, depresanți și activanți. *Spumanții* sînt substanțe chimice capilar active (ulei de pin, fenol, crezol etc.) care îmbracă bulele de aer într-o membrană exterioară, subțire și elastică, de care se prind mineralele greu udabile. Puterea de adeziune a acestor minerale față de bulele de aer nu este însă totdeauna destul de mare pentru ca tot materialul să floteze. Această putere de adeziune poate fi mărită dacă se adaugă în apă alte substanțe organice numite *colectori* (xantați, acid oleic etc.). Substanțe superficial-active care reduc la maximum umectabilitatea particulelor minerale, *colectorii* înlesnesc lipirea acestora de bulele de aer. *Depresanții* sînt substanțe chimice (silicat de sodiu, sulfit de sodiu, cianură de sodiu etc.) care măresc umectabilitatea particulelor minerale, făcîndu-le neflotabile, iar *activanții,* substanțe chimice (acid sulfuric, sulfat de cupru etc.) care distrug efectul depresanților, redînd particulelor minerale proprietățile lor inițiale. Dacă depresanții și activanții se folosesc numai în cazuri speciale, spumanții și colectorii nu pot lipsi din procesul de flotație. **F.** se realizează în mașini de flotație (fig. F. 7): **mașină de flotație cu agitare mecanică,** mașină constînd din mai multe ce-

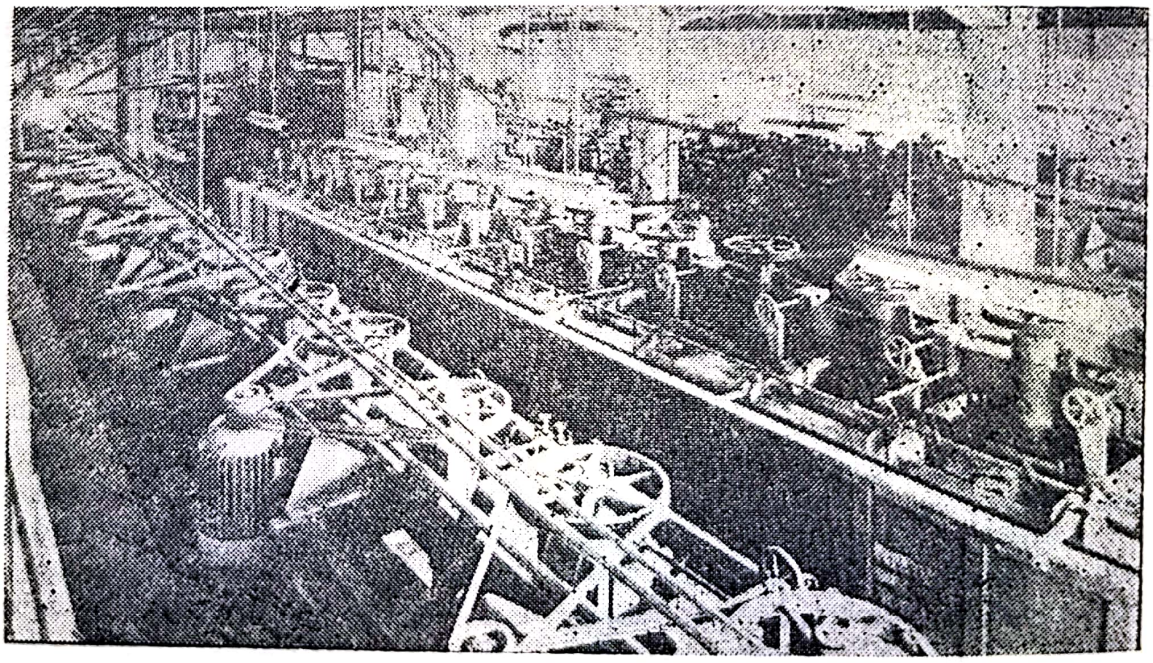


**Fig. F. 7.**

lule de flotație așezate una lîngă alta, utilizată, în special, la flotația cărbunilor și grafitului. Fiecare celulă (fig. F. 8*a*) este compusă din două camere: una paralelipipedică în care se rotește un ax, prevăzut la partea inferioară cu un rotor și o alta în formă de cutie piramidală, care co-

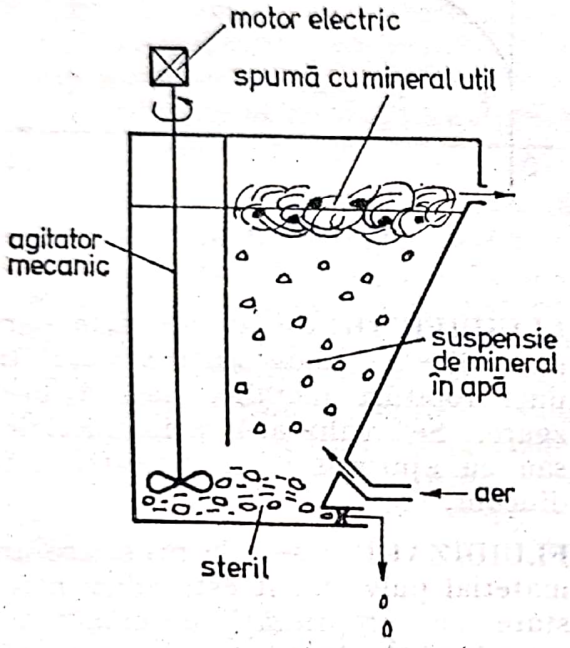



**Fig. F. 8 a.**

munică cu prima printr-un tub care face legătura între fundurile celor două camere și printr-o deschidere mică practicată în peretele care le desparte. Suspensia împreună cu reactivii necesari intră în prima cameră (camera de agitare) și prin deschidere trece în cutia piramidală, unde spuma este separată de restul suspensiei; prin tubul de legătură suspensia este aspirată din nou în prima cameră cu ajutorul rotorului agitatorului. Spuma de la suprafața cutiei piramidale este eliminată cu ajutorul unor palete într-un jgheab colector.

**mașină de flotație cu agitare mecanică și aer comprimat,** mașină utilizată, în special, la flotația minereurilor. Este alcătuită din mai multe celule de flotație paralelipipedice, fiecare celulă fiind separată în două camere printr-un grătar de lemn, amplasat către mijlocul celulei. În camera inferioară (camera de agitare) se găsește un rotor acționat de un ax care traversează grătarul. Printr-o conductă amplasată la fundul celulei este adus aerul comprimat. Camera superioară comunică cu fundul celulei următoare, printr-o deschidere amplasată în peretele din spate al celulei și puțin deasupra grătarului. Suspensia intrată în prima celulă a mașinii, fiind agitată de turația rotorului și intrînd în contact cu aerul comprimat produce o spumă care se ridică în camera superioară și este eliminată într-un jgheab colector. Suspensia rămasă trece în a doua celulă, fiind aspirată de rotorul acesteia.

**mașină de flotație pneumatică,** mașină utilizată la prelucrarea prin flotație a minereurilor și a șlamurilor cărbunoase. Atît menținerea în suspensie a particulelor minerale cît și producerea bulelor de aer se face cu ajutorul aerului comprimat. Mașina constă din mai multe celule de flotație, reunite într-o singură cutie de lemn, în care se suflă aerul comprimat. Aerul se introduce printr-un cilindru confecționat din tablă perforată, învelit cu o pînză deasă, amplasat în partea inferioară a cutiei și care se rotește cu o viteză de cca 20 rot./min (în cazul flotației minereurilor). La flotația cărbunilor aerul este suflat printr-o serie de țevi amplasate deasupra mașinii și care pătrund în celulele de flotație. Spuma care se formează la suprafața suspensiei și care conține utilul se revarsă peste marginile pereților longitudinali ai mașinii și se colectează în două jgheaburi așezate de o parte și de alta a celulelor de flotație.

**FLUAJ,** proprietate a metalelor și a aliajelor de a se deforma în timp,



Scanned with OKEN Scanner

lent, continuu, la temperatură ordinară sau mai ridicată sub acțiunea unor sarcini constante. A fost studiat la metale cu temperaturi de topire joase (ex. plumb) de către fizicianul englez E. Neville de Costa Andrade, la începutul sec. XX și la oțeluri, de metalurgul francez P. Chevenard. Se caracterizează printr-o alungire continuă a materialului, la un efort unitar constant, o perioadă de timp pînă la ruperea materialului. Cînd un material este solicitat la o sarcină constantă, un timp îndelungat, în mod continuu, poate să se rupă la o valoare a efortului unitar mai mică decît rezistența sa de rupere ($\sigma_r$) stabilită pe baza încercării la tracțiune. În mod frecvent **F.** se observă atunci cînd temperatura depășește o anumită valoare, denumită *temperatură echivalentă*, $T_e$, și care se stabilește pe baza raportului între temperatura la care se studiază materialul $T$(în K) și temperatura de topire, $T_t$ (în K). Pentru toate metalele **F.** este vizibil începînd de la o temperatură echivalentă mai mare de 0,4. Comportarea la **F.** a unui metal poate fi exprimată grafic printr-o curbă reprezentînd variația în timp a alungirii specifice, $\varepsilon$, sub acțiunea unui efort unitar constant și la o temperatură constantă pînă în momentul ruperii materialului (fig. F. 8*b*). Raportînd alungirea specifică la timpul de rupere se obține *viteza medie de fluaj*. Pe baza acestei încercări se mai determină rezistența tehnică de durată reprezentată de efortul unitar care solicită în mod constant materialul la o anumită temperatură, provocînd ruperea după un anumit interval de timp. Se notează cu $\sigma_{r/t}$ unde $t$ indică numărul de ore pînă la rupere. De ex.: $\sigma_{r/1000} = 25$ daN/mm² arată că ruperea materialului a avut loc după 1000 h, la o anumită temperatură și la un efort unitar constant de 25 daN/mm².

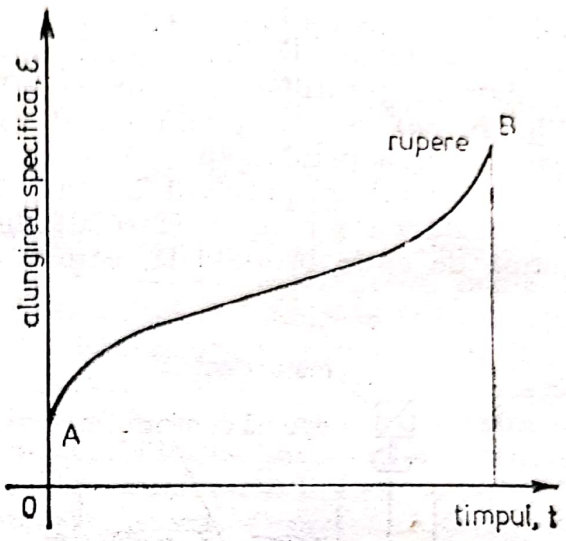



Fig. F. 8 b.

**FLUIDIFICARE,** operație prin care se realizează micșorarea viscozității unei topituri metalice sau a unei zgure. Se realizează prin încălzire sau cu ajutorul unui material fluidificant.

**FLUIDIZARE,** operație prin care un material pulverulent este adus într-o stare cu proprietăți asemănătoare unui lichid prin trecerea prin material a unui fluid (gaz, lichid) de jos în sus. Suspensia de particule solide formată pe o anumită înălțime, datorită fluidului, se numește *strat fluidizat*. Viteza unui gaz necesară pentru obținerea stratului fluidizat se numește *viteză de fluidizare* și este influențată de o serie de factori care caracterizează atît gazul cît și materialul sub formă de pulbere. Pentru regimul de fluidizare stabilizat, viteza de fluidizare, $v$, este dată de relația: $v = \frac{1}{150} \frac{\varepsilon^3(\gamma_s - \gamma_g)D^2}{(1-\varepsilon)\varphi^2\eta}$, unde: $\varepsilon$ este fracția de goluri, $D$ — diametrul particulei; $\varphi$ — factorul de formă a particulei solide; $\gamma_g$ — greutatea specifică a agentului de fluidizare; $\gamma_s$ — greutatea specifică a materialului solid și $\eta$ — visco-

zitatea fluidului. Dacă viteza gazului este mai mică decît viteza de fluidizare, granulele solide rămîn pe loc, formînd un strat fix. În cazul depășirii vitezei de fluidizare particulele solide sînt antrenate de gaz rezultînd astfel un transport pneumatic pe distanță mică. **F.** a fost aplicată industrial pentru prima dată în 1923 de F. Winkler pentru gazeificarea cărbunilor. În metalurgie, se aplică la operațiile de prăjire (oxidare) a concentratelor neferoase prăfoase, sulfurice și de reducere directă a minereurilor de fier.

**FLUIDIZOR,** recipient în care se realizează stratul fluidizat. Se confecționează din tablă de oțel și, în mod obișnuit, este căptușit cu material refractar. La partea inferioară este prevăzut cu un grătar pentru susținerea materialului pulverulent, adus din exterior cu un transportor elicoidal. Gazele sînt suflate (prin niște duze) pe la baza grătarului și evacuate pe la partea superioară (fig. F. 9).

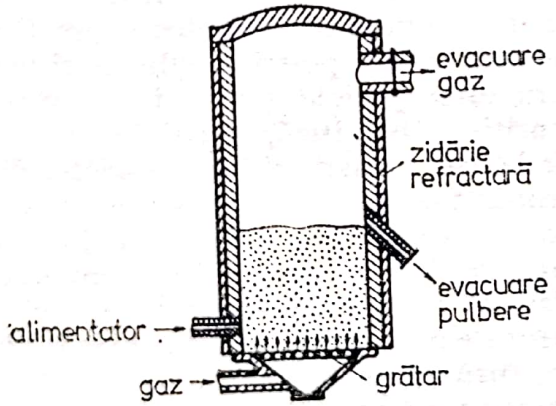



**Fig. F. 9.**

**FLUORINĂ,** $CaF_2$, fluorură de calciu naturală, cristalizată în sistemul cubic cu fețe centrate. Incoloră sau colorată în galben, verde, albastru, violet, **F.** este fluorescentă, prezintă luciu sticlos și puțin gras și are densitatea 3,1—3,2 kg/dm³. Conține 51,15% Ca și 48,85% F. Se folosește în industria chimică, optică, ceramică etc. În metalurgie, se folosește ca fondant la elaborarea oțelurilor în cuptoarele Martin acide, a cuprului, a plumbului din minerale cu gangă cuarțoasă și în ultima vreme în electrometalurgia aluminiului. În țara noastră se găsește, de obicei, asociată cu diverse zăcăminte în zonele Oravița, Baia Mare, Cavnic, Somova etc.

**FOCAR,** instalație pentru arderea combustibililor. Este constituit, în principal, dintr-o cameră de combustie, în care are loc arderea prin intermediul unor dispozitive speciale, impuse de starea de agregare a combustibilului (solid, lichid sau gazos). Pentru combustibilii solizi acest dispozitiv este reprezentat de grătar și de anexa lui, cenușarul, iar pentru combustibilii lichizi sau gazoși, injectorul, respectiv, arzătorul. În cazul combustibililor solizi în stare pulverulentă (de ex.: praf de cărbune etc.) arderea are loc în arzătoare speciale.

**FONDANȚI,** substanțe minerale naturale sau amestecuri sintetice care se adaugă în încărcătura cuptoarelor metalurgice de elaborare a metalelor și aliajelor, pentru a ușura separarea sterilului de mineralele utile sau de topitura metalică, prin formarea unei zguri fluide cu punct de topire scăzut. După caracterul chimic al acestor minerale se clasifică în: fondanți acizi, amfoteri și bazici.

**fondanți acizi,** fondanți a căror componentă principală este silicea ($SiO_2$). Se folosește în procedeele acide de elaborare a metalelor și aliajelor sau în metalurgia extractivă cînd sterilul minereului are caracter bazic.

**fondanți amfoteri,** fondanți a căror componentă principală este bauxita ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$). Se folosește în cazul cînd sterilul minereului conține magnezie în cantitate mare.

**fondanți bazici,** fondanți a căror componentă principală este calcea (CaO)

Scanned with OKEN Scanner

sau magnezia (MgO), întîlnite în natură sub formă de carbonați: calcar ($CaCO_3$), magnezit ($MgCO_3$) și dolomit ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$). Se folosesc în procedeele bazice de elaborare a metalelor și aliajelor sau în metalurgia extractivă cînd sterilul din minereu are caracter acid.

**FONTĂ,** aliaj fier-carbon care conține 2,04—6,67% C și alte elemente; se caracterizează prin faptul că la solidificare apare o transformare eutectică. Constituenții structurali ai **F.** în condiții de echilibru (răcire foarte înceată la solidificare) rezultă din diagrama Fe—C. Conform variantei metastabile a acesteia carbonul se poate afla total sub formă de compus $Fe_3C$ (cementită), iar conform variantei metastabile total sau parțial sub formă de grafit. Factorii tehnologici de bază, care influențează în măsură însemnată forma, mărimea și distribuția constituenților, respectiv fazelor sînt viteza de răcire și elementele de aliere. În aceste condiții pot apărea constituenți în afară de echilibru (martensită, austenită ș.a.). Proprietățile **F.** variază în limite largi, în funcție de structura acestora. Proprietățile lor mecanice sînt următoarele: duritatea poate varia de la $HB = 120$ daN/mm², în cazul fontelor cenușii cu grafit lamelar, obișnuite, nemodificate (marcă Fc 10), la $HB = 700$ daN/mm², în cazul fontelor albe tip Nihard; rezistența de rupere la tracțiune de la $\sigma_r = 10$ daN/mm², în cazul fontelor cenușii cu grafit lamelar nemodificate (Fc 10), la $\sigma_r = 150$ daN/mm², în cazul fontelor cenușii cu grafit nodular aliate, tratate termic; alungirea, de la $\delta = 0{,}2\%$, în cazul fontelor albe, la $\delta = 25\%$, în cazul fontelor cenușii nodulare austenitice înalt aliate, cu înaltă rezistență și plasticitate; reziliența, de la 0 (zero), în cazul fontelor albe, a ~ 17 daNm/cm² în cazul fontelor (2,9% C) nodulare cu adaosuri de Ni (6%), Mn (5%), Cu (5%) și mișmetal. La fontele cenușii, cele mai utilizate în practică, densitatea **F.** variază între 7 (fonte cenușii) și 7,5 (la fontele albe 7,7), conductibilitatea termică între $0{,}46 \cdot 10^2$ W/m·K (fonte albe) și 0,14 (la fonte albe 0,042), permeabilitatea magnetică între 200 și 1560 Gs/Oe, forța coercitivă între 2,5 și 9 Oe, capacitatea calorică între $0{,}46 \cdot 10^3 - 0{,}58 \cdot 10^3$ J/kg·K, rezistivitatea (la 20° C) $\rho = 0{,}5 - 1{,}5\ \Omega \cdot mm^2/m$. După utilizare pot fi: brute (de primă fuziune) folosite pentru obținerea oțelurilor și de turnătorie (de-a doua fuziune) *Fontele brute* pot fi obișnuite pentru turnătorie, speciale pentru turnătorie, pentru afinare, oglindă, silicioase, silicioase-oglindă. *Fontele de turnătorie* pot fi cenușii, cu grafit lamelar, vermicular sau nodular, maleabile, refractare și antifricțiune. După compoziția chimică pot fi: nealiate și aliate. Fontele aliate pot fi slab (pînă la 3—3,5% elemente de aliere), mediu (7—10%) și înalt (> 10%) aliate. După structură și grad de grafitizare se deosebesc **F.:** cenușii, albe, pestrițe, albite și cu structuri speciale (austenitică, martensitică, bainitică, feritică). **F.** se simbolizează astfel: fontele brute, de primă fuziune, se simbolizează cu litera F (fontă), urmată de una, două sau trei litere care indică împreună clasa **F.** funcție de destinație sau element de aliere; FK — fonte obișnuite de turnătorie; FX — fonte speciale pentru turnătorie; FAK — fonte pentru afinare; FOg — fonte oglindă; FS — fonte silicioase, FSOg — fonte silicioase — oglindă. Aceste grupe de litere sînt urmate de o cifră reprezentînd numărul de ordine conform standardelor (de ex.: cu simbolul FS2 se notează fonta silicioasă cu 9—13% Si) sau trei cifre care reprezintă, în ordine, conținuturile de Mn, P, S, conform standardului (de ex.: FK2—125 reprezintă o fontă obiș-

nuită pentru turnătorie cu 2 (6—2,75% Si) și 1 (0,51—1,00% Mn), 2 (0,16—0,30% P), 5 (max. 0,05% S). Fontele de turnătorie de a doua fuziune se simbolizează cu litera F urmată de una sau două litere mici, care caracterizează structura materialului (Fc — fontă cenușie; Fgn — fontă cu grafit nodular; Fm — fontă maleabilă; Fr — fontă refractară), excepție făcînd fonta antifricțiune, al cărui simbol literal se formează din simbolul fontei respective (Fc, Fgn, Fm) urmat de litera A (antifricțiune). Aceste grupe de litere sînt urmate de cifre sau cifre și litere pentru precizarea mărcilor respective. Astfel, în cazul fontelor cenușii cifrele indică valoarea rezistenței minime la tracțiune pe epruvete Φ 20 (de ex.: simbolul Fc 30 indică fontă cenușie cu $\sigma_r = 30$ daN/mm²), în cazul fontelor maleabile cifrele indică $\sigma_r$, iar litera mică din continuare structura (*a* — fonta maleabilă cu $\sigma_r = 55$ daN/mm², perlitică), în cazul fontelor nodulare cifrele despărțite de liniuță indică $\sigma_r$, respectiv, $\delta$ (de ex.: Fgn 40—5 indică fontă cu grafit nodular cu $\sigma_r = 40$ daN/mm² și $\delta = 5\%$). În cazul fontelor antifricțiune după simbolul literal urmează, separat de o liniuță, numărul de ordine (de ex.: Fgn A—2 indică fonta antifricțiune cu grafit nodular, cu numărul de ordine 2).

**fontă albă,** fontă folosită sub formă turnată în piese, la care întregul conținut de carbon se află combinat sub formă de compus $Fe_3C$ (cementită) și care în spărtură are culoare albă. Prezintă caracteristici înalte de rezistență la uzură și la acțiunea erozivă prin cavitație a mediilor hidroabrazive. Conținutul de carbon al acestora variază între 2,5 și 3,6%, conținutul de siliciu nedepășind 1,0%. Pentru împiedicarea apariției grafitului, care înrăutățește proprietățile, în **f.a.** se introduc elemente de aliere care formează carburi (Cr, Mo, Ti, B, V). Au structuri formate din carburi (de tip $Me_3C$, $Me_7C_3$, $Me_4C$ și VC) sau boruri incluse în masa metalică de bază, alcătuită din perlită (chiar sorbitică), ferită, austenită sau martensită. Sînt caracterizate prin duritate mare ($HRC = 24—64$), plasticitate mică ($\delta = 0{,}2—0{,}4\%$) (cu excepția fontelor albe cu vanadiu la care $\delta = 1{,}5—8\%$), rezistență mecanică $\sigma_r$ relativ mare (de la 24 la ~ 40 daN/mm²), modul de elasticitate mare ($16—22 \cdot 10^3$ daN/mm²), rezistență la încovoiere și săgeată relativ mari ($\sigma_r = 33—74$ daN/mm² și $f = 1{,}4—2{,}4$ mm), rezilienă mică (cu excepția fontelor cu V). Dintre proprietățile tehnologice se remarcă fluiditatea relativ bună, contracția liniară (1,5 — 2,2%) și volumică (7,5—8,9%) mare, tendința de a forma crăpături la rece. Se utilizează sub formă de piese la instalațiile pentru extragerea, transportul și prepararea minereurilor, termoenergetice și de curățire a pieselor în construcția de mașini (aspiratoare, pompe, conducte, hidrocicloane, blindaje și mori cu bile, ciururi, valțuri (pentru măcinare), duze, ajutaje, palete, discuri etc.).

**fontă anticorosivă,** fontă cu rezistență înaltă la medii cu tendință de corodare a materialelor metalice. Sînt aliate cu elemente care formează soluții solide sau combinații chimice cu înalt potențial de electrod, care formează la suprafața piesei o peliculă anticorosivă, densă și, de asemenea, care separă carbonul sub formă de carburi. Pot fi slab aliate, albe sau cenușii, cu grafit lamelar sau înalt aliate cu grafit lamelar sau nodular. Înaltă rezistență la coroziune, asociată cu rezistență la uzură și refractaritate, au fontele austenitice, aliate cu nichel, tip →*nirezist*, →*nicrosilal*, →*ciugal* și →*piroferal*. Rezistență înaltă la coroziune în medii agresive prezintă și fontele tip →*ferosilid* și anticlor.

Scanned with OKEN Scanner

**fontă antifricțiune,** fontă cenușie cu proprietăți antifricțiune, destinată pentru lagăre și alte piese supuse la uzură prin frecare. Proprietățile sale specifice depind de structura masei metalice de bază și de cantitatea și forma separărilor de grafit. Sînt cenușii cu grafit lamelar, cu grafit nodular, maleabile, austenitice (tip → *nirezist*) și, de asemenea, cu cupru; caracteristic este absența cementitei secundare și duritatea medie ($HB$ = = 160—260). *Fontele cenușii antifricțiune cu grafit lamelar* sînt aliate cu Cr (0,15—0,40%), Ni (0,20—0,40%), Cu (0,3—0,7%), Ti (0,1%) și P (0,15—0,40%), fiind utilizate la executarea pieselor în contact cu arbori în rotație, tratați termic (călire sau normalizare) sau netratați termic, în condițiile: $p$ = 0,5—90 daN/cm², $v$ = 0,2—3 m/s și $pv$ = 1—45 daNm/cm²s. *Fontele cenușii antifricțiune cu grafit nodular* se utilizează la executarea pieselor în contact cu arbori în rotație, tratați sau netratați termic, în condițiile: $p$ = 5—120 daN/cm², $v$ = 1—5 m/s și $pv$ = 25—120 daN/cm²s. *Fontele maleabile antifricțiune* au masă metalică de bază perlitică sau ferito-perlitică, cu eutectic fosforos. Se utilizează la executarea pieselor în contact cu arbori în rotație, tratați sau netratați termic, în condițiile $p$ = 5—120 daN/cm², $v$ = 1—5 m/s și $pv$ = 25—120 daN/cm²s.

**fontă brută,** fontă elaborată în furnal, denumită și fontă de primă fuziune. Se clasifică în funcție de compoziția chimică, utilizare și modul cum este produsă în: fonte pentru afinare, fonte pentru turnătorie și fonte aliate, iar după combustibilul folosit, în fonte produse cu cocs și fonte produse cu mangal. *Fonta aliată* este o fontă brută folosită la elaborarea oțelurilor ca dezoxidant și ca adaos de aliere. În funcție de compoziția chimică și destinație se clasifică în: fontă oglindă, fontă silicioasă și fontă silicioasă-oglindă. Compoziția chimică a acestor tipuri de fontă variază, de obicei, în limitele prezentate în tabelul 8. Înainte de expedierea la consumator fonta brută solidă se stochează în → *depozitul de fontă*. *Fonta pentru afinare* este o fontă brută destinată elaborării oțelurilor. Se produc trei categorii, corespunzător celor trei procedee principale de elaborare a oțelurilor: Martin, Thomas, Bessemer. Compozițiile aproximative ale acestor fonte sînt prezentate în tabelul 9. Reprezintă cca 80% din producția totală de **f. b.** *Fonta pentru turnătorie* este o fontă brută destinată elaborării fontei de a doua fuziune, din care se obțin piese turnate. În funcție de

*Tabelul 8*

| Denumirea fontei | Compoziția chimică, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | Si | Mn | P | S |
| Fontă oglindă | 4,0—6,0 | sub 2,0 | 10—25 | sub 0,2 | sub 0,03 |
| Fontă silicioasă | 1,2—1,8 | 9—16 | sub 3,0 | sub 0,2 | max. 0,06 |
| Fontă silicioasă-oglindă | 2,0—3,0 | 9—13 | 16—24 | sub 0,2 | max. 0,03 |

Scanned with OKEN Scanner

compoziția chimică și destinație se clasifică în *fonte: pentru turnătorie hematită, obișnuită, specială* și *fosforoasă*. Compoziția chimică a acestor tipuri de fontă, variază de obicei în limitele menționate în tabelul 10. Fontele cu $P_{max} = 0,1\%$ (fonte hematite) se întrebuințează pentru scopuri speciale și anume pentru producerea fontei maleabile necesară pieselor care lucrează la temperaturi ridicate, ventilelor, lingotierelor, pieselor care sînt supuse la lovituri etc. În țară se elaborează cu mangal la I. F. Vlăhița. Cele cu un conținut de 0,1—0,4% P se întrebuințează, în general, în construcția de mașini, iar cele cu 0,3—1,0% P la turnarea pieselor cu pereți subțiri, care nu sînt solicitate la eforturi dinamice, unde este necesară o fluiditate mare a fontei lichide (tuburi de presiune, radiatoare etc.).

**fontă cenușie,** fontă în care carbonul se află în totalitate sau în cea mai mare parte sub formă de grafit și care în ruptură prezintă aspect cenușiu. Proprietățile fizico-chimice ale **f. c.** sînt influențate de: forma, distribuția, cantitatea și dimensiunile grafitului. După forma grafitului se clasifică în: lamelare (cu grafit la-

*Tabelul 9*

| Denumirea fontei | Compoziția chimică, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | Si | Mn | P | S |
| Fontă Martin | 3,6—4,3 | 0,6—1,4 | 1,5—2,5 | sub 0,3 | sub 0,07 |
| Fontă Thomas | 3,2—3,7 | 0,2—0,6 | 0,8—1,3 | 1,6—2,2 | sub 0,08 |
| Fontă Bessemer | 3,5—4,0 | 0,8—1,8 | 0,6—1,2 | sub 0,08 | sub 0,06 |

*Tabelul 10*

| Denumirea fontei | Compoziția chimică, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | Si | Mn | P | S |
| Fontă pentru turnătorie hematită | 3,5—4,2 | 2,0—2,5 | 0,7—1,5 | sub 0,10 | sub 0,04 |
| Fontă pentru turnătorie obișnuită | 3,5—4,2 | 1,3—3,8 | sub 1,3 | 0,1—0,7 | sub 0,06 |
| Fontă pentru turnătorie specială | 3,5—4,2 | 0,2—1,2 | 0,2—1,0 | 0,1—0,4 | sub 0,04 |
| Fontă pentru turnătorie fosforoasă | 3,3—4,0 | 1,3—3,8 | sub 1,3 | 0,7—1,4 | sub 0,06 |

Scanned with OKEN Scanner

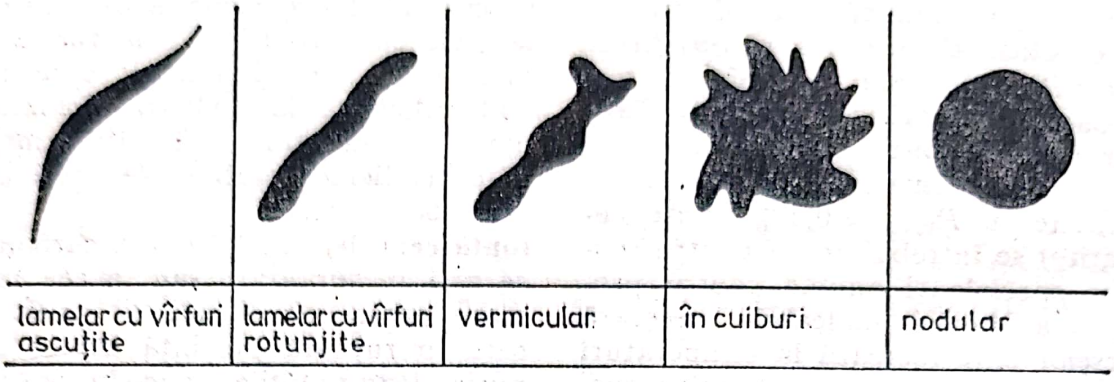
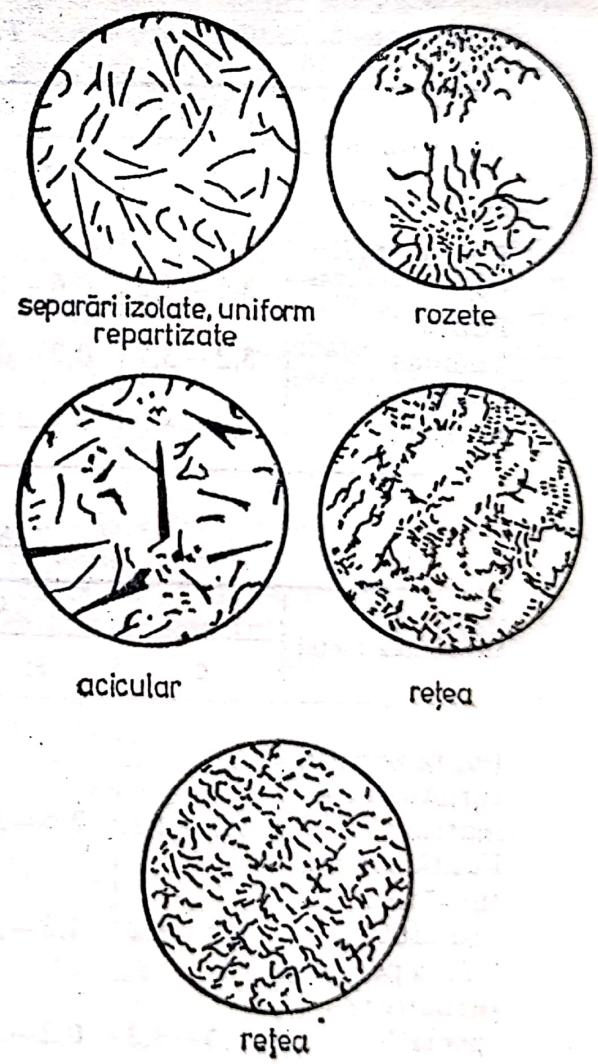



**Fig. F. 10.**

melar); maleabile (cu grafit în cuiburi) și nodulare (cu grafit nodular). Forma separărilor de grafit (fig. F. 10) influențează în cea mai mare măsură rezistența fontelor, modul de repartizare (fig. F. 11), dimensiunile și cantitatea separărilor de grafit avînd, de asemenea, influență mare asupra rezistenței și tenacității fontelor. Masa metalică de bază a **f. c.** poate fi feritică, feritoperlitică și perlitică. *Fonta cu crustă dură* este fonta care conține în stratul superficial, pe o anumită adîncime, structură de fontă albă, iar în interior structură de **f. c.** Stratul superficial dur se obține prin accelerarea răcirii acestuia, ca de ex. prin turnare în cochilă de fontă. La executarea pieselor turnate din fontă cu crustă dură se pot utiliza fonte aliate sau nealiate, modificate sau nemodificate, cu grafit lamelar sau nodular și diferite structuri ale masei metalice de bază. Structura și, deci, proprietățile stratului superficial corespund →*fontelor albe*, iar ale interiorului, **f. c.** Se utilizează pentru executarea pieselor turnate supuse la uzură: cilindri de laminare cu diferite destinații și alte piese analoage. *Fonta cu grafit lamelar* este o fontă cenușie cu grafit în formă de lamele (filamente) și cu masa metalică de bază perlitică, feritică sau perlito-feritică. La fonta cenușie obișnuită grafitul




TIPURI DE GRAFIT LAMELAR

**Fig. F. 11.**

este lamelar, cu vîrfuri ascuțite și raport $l/d > 50$. Acest tip de grafit determină concentrarea tensiunilor și caracteristici mecanice relativ mici ($\sigma \leqslant 25$ daN/mm²; $\delta = 0{,}5\%$; $HB = 120-187$ daN/mm²). Obținerea de grafit lamelar cu vîrfuri rotunjite, sub formă de separări în număr mare și uniform repartizate, în **f. c.** se realizează prin modificare (cu Ca, Ba, Sr). Caracteristicile mecanice ale acestor fonte sînt mai mari ca ale celor obișnuite ($\sigma_r = 30-40$ daN/mm²; $\delta = 0{,}8 - 1\%$). Obținerea de grafit vermicular ($l/d < 20$), uniform repartizat se realizează prin modificare (cu Ce și Mg). Caracteristicile mecanice ale acestor fonte sînt mai mari ($\sigma_r = 35-45$ daN/mm²; $\delta = 2-5\%$). Prin aliere caracteristicile mecanice ale fontei cu grafit lamelar cresc (de ex.: $\sigma_r$ poate ajunge pînă la 70 daN/mm²). Fontele cu grafit lamelar se utilizează la executarea pieselor în producția de automobile și de mașini agricole, a lingotierelor, a conductelor de presiune, ș.a. *Fonta maleabilă* este fonta folosită în stare turnată în piese, cu grafit în formă de cuiburi, obținută prin tratament termic de recoacere de maleabilizare a pieselor turnate din fontă albă. Poate fi albă, neagră sau perlitică. Fonta maleabilă albă (numită și fontă europeană) se obține prin maleabilizare în mediu oxidant și se caracterizează prin grafit în cuiburi, repartizat în cantitate mai mică în stratul superficial față de restul piesei cu masă metalică feritoperlitică; în ruptură are culoare gri-deschisă. Fonta maleabilă neagră (numită și fontă americană) se obține prin maleabilizare în mediu neutru și se caracterizează prin grafit în cuiburi, repartizat uniform cu masă metalică de bază feritică; în ruptură are culoare cenușie. Fonta maleabilă perlitică are grafit în cuiburi, uniform repartizat, cu masă metalică de bază perlitică. Fontele maleabile sînt plastice (în special, cele feritice la care $\delta = 6-12\%$), rezistente (în special, cele perlitice, la care $\sigma_r = 45-70$ daN/mm²) și, relativ, dure (în special, cele perlitice, la care $HB = 200-240$ daN/mm²). Se utilizează pentru executarea de piese de tractoare și mașini agricole, de automobile, de mașini textile, de vagoane, motoare diesel etc. *Fonta nodulară* este fonta în care conținutul de carbon se află, total sau parțial, sub formă de grafit nodular (sferoidal). Masa metalică de bază a fontelor nodulare nealitate poate fi perlitică, ferito-perlitică sau feritică. Primele observații asupra separării nodulelor de grafit au fost făcute între anii 1935—1936 de către un colectiv de cercetători germani, condus de E. Scheil. Încercări de introducere a Mg pentru dezoxidarea fontei făcute în 1942, în cadrul firmei International Nickel Co. Inc. au avut ca urmare obținerea, în anul următor, a fontei cu $\sigma_r = 78$ daN/mm², prin introducerea Mg ca prealiaj Cu—Ni—Mg. Primul patent de obținere a fontei nodulare publicat în 1949 aparținea cercetătorilor americani A. F. Gagnebin, K. D. Mills, N. B. Pilling și C. K. Donoho. În țara noastră asimilarea tehnologiei de elaborare a acestor fonte a început în 1949 la Întreprinderile „1 Mai" — Ploiești, I.C.M.Reșița, „Tractorul" — Brașov, „Progresul" — Brăila, „Steagul Roșu" — Brașov. Pentru nodulizarea grafitului în fontă se introduc Mg, Si, Ca, Ba și aliajele lor (prealiaje). În țara noastră se produc următoarele prealiaje: Fe—Si—Mg, Fe—Si—Ca—Mg, Fe—Si—Ca, Mg—Ba și Fe—Si—Ba cu 40—66% Si, 1—3% Ca, 0,5—5% Ba, 3—12% Mg, rest % Fe. Introducerea acestora în fonta lichidă se poate realiza direct în cuptor, în antecreuzet sau, frecvent, în oale de turnare, deschise sau închise. În oale deschise modificatorii se pot introduce prin

Scanned with OKEN Scanner

cădere liberă, sub clopot (eventual aflat sub atmosferă protectoare, de ex.: azot) sau prin fundul oalei. În oale închise cu capac sau în camere speciale introducerea magneziului se poate realiza sub presiune. Modificarea pentru nodulizarea grafitului se poate realiza introducînd modificatorul în rețeaua de turnare sau în formă (pentru nodulizarea superficială a fontei). Forma nodulară a grafitului slăbește mai puțin masa metalică de bază a fontei nodulare față de a fontei lamelare, nodulele de grafit nedînd naștere la concentratori de tensiuni. Din punctul de vedere al caracteristicilor mecanice fonta nodulară se apropie de oțelul turnat. Cele nealiate au rezistență mare ($\sigma_r = 38-90$ daN/mm$^2$), alungire în limite largi ($\delta_5 = 2-17\%$), duritate relativ mare ($HB = 140-300$ daN/mm$^2$) și reziliență satisfăcătoare (2,0—6,0 daNm/cm$^2$); la cele aliate, tratate termic, rezistența poate ajunge pînă la 150 daN/mm$^2$. Forma nodulară a grafitului permite și îmbunătățirea proprietăților fizice ale fontei cenușii; intensitatea cîmpului magnetic $H$ pentru permeabilitatea magnetică $\mu_{max}$ crește de la 4,5 la 12,0 Oe (masa de bază — perlitică), inducția magnetică $B$ pentru $H = 75$ Oe, de la 7300 la 12 100 Gs, magnetizarea remanentă, de la 2900 la 6000 Gs, forța coercitivă, de la 3,3 la 7,7 Oe; coeficientul de conductibilitate calorică, 0,084—0,090 kcal/cm.s.K, coeficientul de dilatare liniară $\alpha_{20-500\,°C} = 13{,}0 \cdot 10^{-6}$/K. De asemenea prezintă și bune proprietăți tehnologice. Fluiditate bună, contracție liniară relativ mică (0,5—1,0%), tendința mare de a forma retasuri exterioare și de a forma retasuri și porozități de contracție interioare. Fonta nodulară începe să fie din ce în ce mai mult utilizată datorită proprietăților favorabile și costului relativ mic. Introducerea sa greoaie în tehnică se datorește unor dificultăți tehnologice de elaborare și turnare. Se utilizează la executarea conductelor (de transport al țițeiului și altor combustibili lichizi sau gazoși, a apei de canalizare, de încălzire etc.), armăturilor, cilindrilor (de laminare, de profilare etc.), corpurilor de pompă, de turbină, matrițe pentru profilare și ambutisare, arbori cotiți de motoare, corpuri și capace de prese hidraulice, corpuri de ciocane de forjă, roți dințate pentru mori de ciment, coroane dințate pentru rotirea plăcii de bază a strungului carusel, culase de motoare Diesel ș.a., din fonte nodulare nealiate sau aliate.

**fontă oțelită,** fontă folosită în stare turnată cu un conținut de 1,7—2,4% C, care poate fi îmbunătățită prin tratament termic.

**fontă pestriță,** fontă folosită sub formă turnată în care o parte din carbon se găsește sub formă de cementită, iar cealaltă parte sub formă de grafit. În spărtură are culoare pestriță.

**fontă refractară,** fontă aliată, utilizată în stare turnată, rezistentă la oxidare și cu tendință foarte mică de a-și mări volumul la temperaturi înalte. Pot fi albe sau cenușii. *Fontele refractare albe* au conținut relativ mic de carbon (2,4—3,0%) și siliciu (1,0—2,0%) și un conținut mare de crom (28—32%), restul elementelor fiind în limite obișnuite. *Fontele refractare cenușii* sînt slab aliate cu crom (0,5—2,7%), mediu aliate cu siliciu (5—6%) și înalt aliate cu aluminiu (19—25%); fontele cu Si sau cu Al pot fi cu grafit lamelar sau nodular, iar fontele cu Cr, modificate, cu Fe—Si 75% sau alte adaosuri. *Fontele refractare cenușii* cu conținut mare de aluminiu sînt cunoscute sub numele de →*ciugal* și →*piroferal*. Fontele slab aliate cu crom se utilizează la piese de armături ale cuptoarelor, la transportoarele cu role ale cuptoarelor de încălzire, la cutii de cementare și

alte piese care funcționează pînă la 1000°C.

**fontă sintetică,** fontă obținută în turnătorii prin topirea în cuptoare electrice a așchiilor și deșeurilor de oțel, fără folosirea în încărcătură a fontei brute de turnătorie. Obținerea conținutului de carbon necesar se realizează prin carburarea oțelului lichid prin diferite procedee tehnologice (de ex.: cu grafit, cu petrol ș.a.).

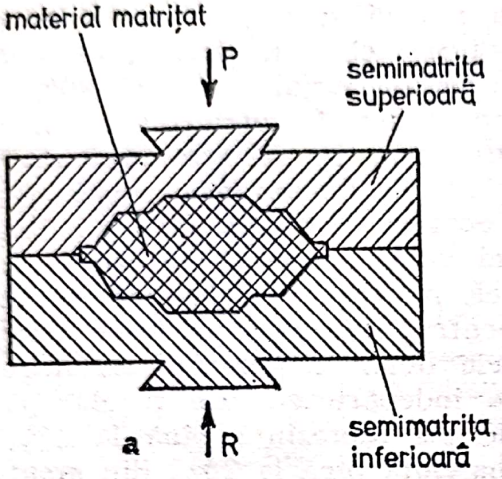
**FORJABILITATE,** proprietate a materialelor metalice de a putea fi deformate plastic prin forjare. Este direct proporțională cu plasticitatea și invers proporțională cu rezistența la deformarea plastică. Ca urmare, pentru îmbunătățirea **F.** unui metal sau aliaj, trebuie stabilite măsurile pentru creșterea plasticității și reducerea rezistenței la deformarea plastică.

**FORJARE,** procedeu de deformare plastică a materialelor metalice prin lovire sau presare. Urmărește modificarea proprietăților mecanice și tehnologice, precum și forma și dimensiunile materialului. Se aplică în special pentru obținerea unei game largi de piese din punct de vedere al greutății și complexității. În funcție de utilajele cu care se realizează poate fi: manuală și mecanică. *Forjarea mecanică* se face cu ciocanul mecanic sau la presă. În funcție de regimul termic aplicat la deformarea materialului, se realizează la rece (forjarea la rece) și la cald (forjarea la cald). *Forjarea la rece* se execută la temperatura camerei și se aplică la piesele mici din oțel carbon obișnuit sau din anumite aliaje neferoase. Prezintă o serie de avantaje economice: micșorarea pierderilor tehnologice, consum redus de manoperă, creșterea gradului de precizie al pieselor și productivitate mărită. *Forjarea la cald* se face încălzind în prealabil materialul pînă la temperaturi care îi măresc plasticitatea. Are o largă răspîndire și în vorbirea curentă, termenul uzual de **F.** se referă numai la operațiile care au loc la temperaturi ridicate. După natura utilajului folosit și a operației de executat, se clasifică în: forjarea în matrițe, forjarea liberă și forjarea la mașini speciale. Materialele care pot fi prelucrate prin **F.** se numesc materiale forjabile; peste 80% dintre acestea sînt oțeluri. Oțelurile care se supun **F.** se pot prezenta sub formă de lingouri sau semifabricate. Deoarece în partea de jos a lingoului și în maselotă se concentrează cele mai multe incluziuni și defecte, pentru obținerea produselor forjate cele două extremități ale lingoului se îndepărtează. De regulă, partea de jos reprezintă pînă la 5%, iar maselota pînă la 25% din greutatea lingoului. Cele mai utilizate lingouri pentru **F.** au secțiunea transversală poligonală și prezintă avantajul reducerii pericolului de fisurare sau crăpare din cauza tensiunilor termice. Pentru mărirea perimetrului și reducerea tendinței de fisurare sau crăpare, laturile se curbează spre interior, iar colțurile se rotunjesc. Semifabricatele din oțel folosite ca materie primă pentru **F.** sînt: blumurile, țaglele, profilele ușoare sau de forme speciale. Dintre aliajele neferoase cele mai utilizate în atelierele de forjă sînt aliajele de aluminiu, cupru și magneziu.

**forjare în matrițe (matrițare),** procedeu de forjare în care forma piesei se obține prin presarea materialului în matriță (fig. F. 12, *a*). Se aplică la obținerea pieselor de serie mijlocie sau de masă. În comparație cu forjarea liberă, prezintă o serie de avantaje: productivitate ridicată, precizie dimensională și posibilitatea obținerii pieselor forjate de forme complicate, care nu se pot executa prin forjare liberă fără adaosuri tehnologice. Cu toate acestea se folosește limitat deoarece prezintă unele nea-

Scanned with OKEN Scanner

junsuri: piesele obținute prin **f. în m.** nu pot depăși 100—150 kg, iar costul matrițelor este destul de ridicat și necesită uneori materiale speciale. Se realizează la ciocane sau prese.



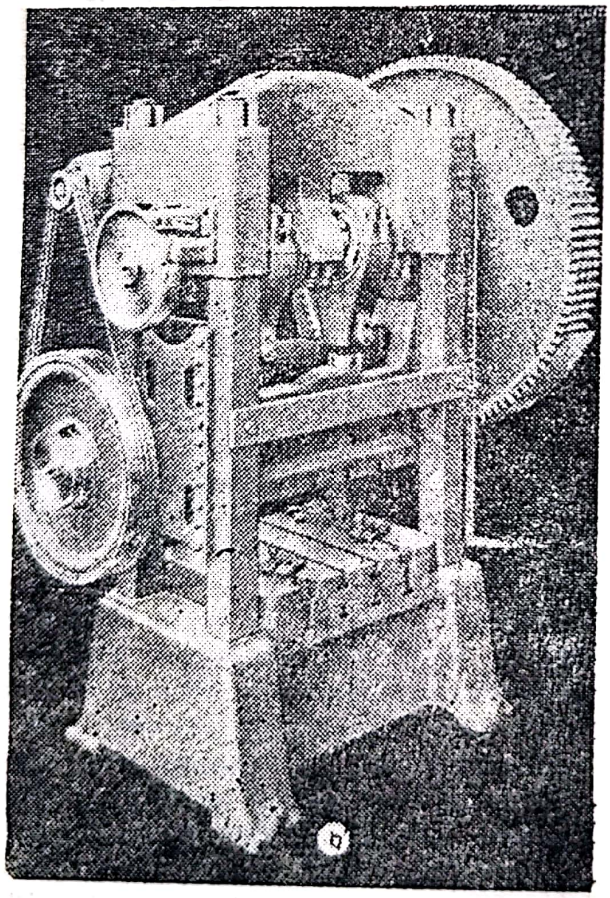



Fig. F. 12.

Ciocanele sînt acționate cu abur sau aer comprimat și au o formă constructivă asemănătoare celor folosite la forjarea liberă, cu deosebirea că batiul face corp comun cu șabota, iar berbecul se deplasează pe ghidaje. Se mai utilizează și ciocane fără șabotă de tip Béché sau Dynapak *(→ ciocan de forjat)*. Presele destinate **f. în m.** din punct de vedere al sistemului de acționare, se grupează în trei categorii: prese cu excentric, prese cu șurub și prese hidraulice. *Presa cu excentric* este acționată electromecanic prin intermediul unui arbore prevăzut cu excentric. Ridicarea sau coborîrea berbecului are loc datorită rotației unui ax cu excentric sau a unui arbore cotit (fig. F. 12). La partea superioară a batiului se află montat axul cu excentric care, cu ajutorul unei biele, pune în funcțiune glisiera pe care este fixat berbecul sau semimatrița superioară. Arborele cu excentric este acționat de un electromotor, prin intermediul unei roți de transmisie. În vederea obținerii unei mișcări uniforme sistemul de acționare mai este prevăzut și cu un volant. În timpul funcționării presei, glisiera împreună cu berbecul sau semimatrița superioară se deplasează în sus și în jos. La unele prese în locul arborelui prevăzut cu excentric se montează un arbore cotit de manivela căruia se fixează biela glisierei. Presa are o viteză mică de deplasare a berbecului și prezintă mari posibilități de mecanizare sau automatizare a operațiilor de matrițare. Se folosesc la matrițarea pieselor de serie mare. *Presa cu șurub* (cu fricțiune) utilaj destinat, în special, forjării în matriță, prin lovire (șoc), a materialelor metalice, este acționat electromecanic cu ajutorul unor discuri rotative (fig. F. 13). Pentru realizarea operației de matrițare, pe brațul presei se montează o piuliță prin care trece o tijă file-

tată, prevăzută la partea superioară cu un volant orizontal. La partea inferioară a tijei filetate se montează o glisieră pe care se află berbecul sau semimatrița superioară. Deasupra volantului, în părțile laterale, sînt amplasate cele două discuri verticale de antrenare, puse în legătură

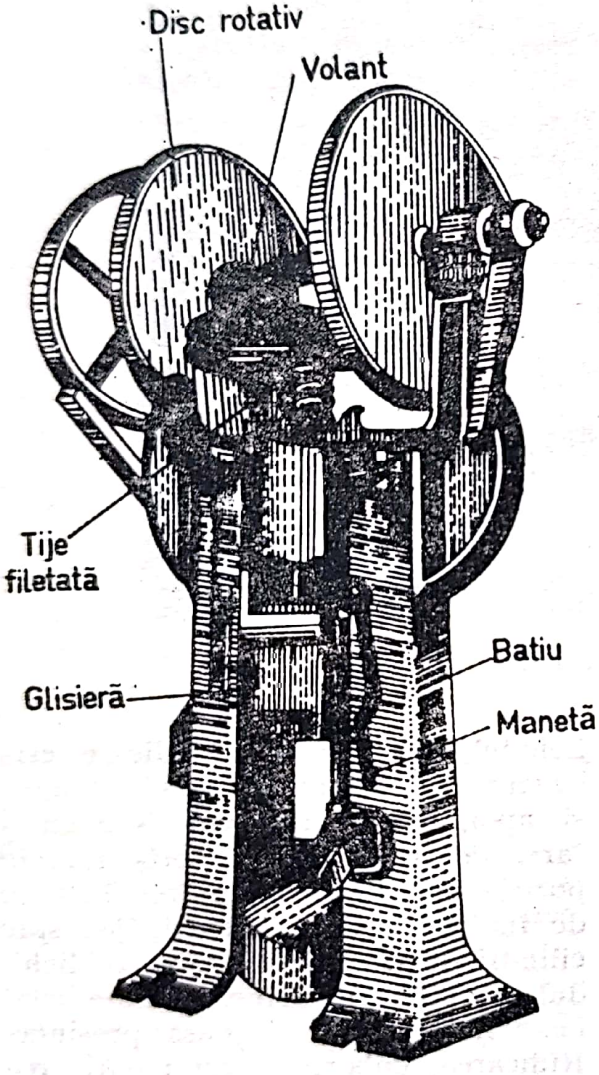



**Fig. F. 13.**

cu electromotorul pentru acționare. Apropiind de volant unul din cele două discuri, șurubul poate fi rotit într-un sens sau în celălalt, coborînd sau ridicînd berbecul presei. Sistemul de comandă al preselor cu șurub se realizează cu ajutorul unor pîrghii, acționate de o manivelă sau o pedală. Este astfel conceput încît cuplarea volantului să se facă la comandă pentru coborîrea berbecului, decuplarea avînd loc automat în momentul cînd berbecul sau semimatrița superioară a ajuns la limita cursei inferioare. Urmează cuplarea volantului pentru ridicarea semimatriței, decuplarea avînd loc automat în momentul cînd s-a ajuns la capătul cursei superioare. Dezvoltînd o forță de presare relativ redusă și datorită productivității scăzute, presele cu șurub sînt indicate mai mult pentru matrițarea pieselor simple, de mărime mică sau mijlocie și de serie mică. Se folosesc și la executarea lucrărilor de îndoire și îndreptare. *Presa hidraulică*, utilaj acționat hidraulic, este destinată deformării plastice a materialelor metalice, în special, prin forjare (forjare liberă sau forjare în matrițe), funcționînd prin presare, fără șoc. Cu ajutorul preselor hidraulice mai pot fi executate operații de extruziune, ambutisare etc. Se utilizează frecvent, pentru forjarea pieselor mijlocii și mari. Față de ciocanele de forjat prezintă numeroase avantaje: posibilitatea realizării unei forțe mari de presare pentru deformarea plastică a materialelor, lucrează fără zgomot și trepidații, își menține forța maximă de presare pe o lungime foarte mare, permit efectuarea unui număr mare de operații și sînt susceptibile la automatizarea proceselor tehnologice. În prezent, tehnica dispune de prese hidraulice care pot dezvolta o forță de compresiune de cca 150 MN (fig. F. 14) (15 000 tf) capabile de a prelucra lingouri în greutate de pînă la 400 t. Din punct de vedere al presiunii lichidului care acționează pistonul principal al pompei hidraulice pot fi: pompe hidraulice fără multiplicator (presiunea lichidului pînă la 200—300 at) și prese hidraulice cu multiplicator (presiunea lichidului pînă la 600 at).

Scanned with OKEN Scanner

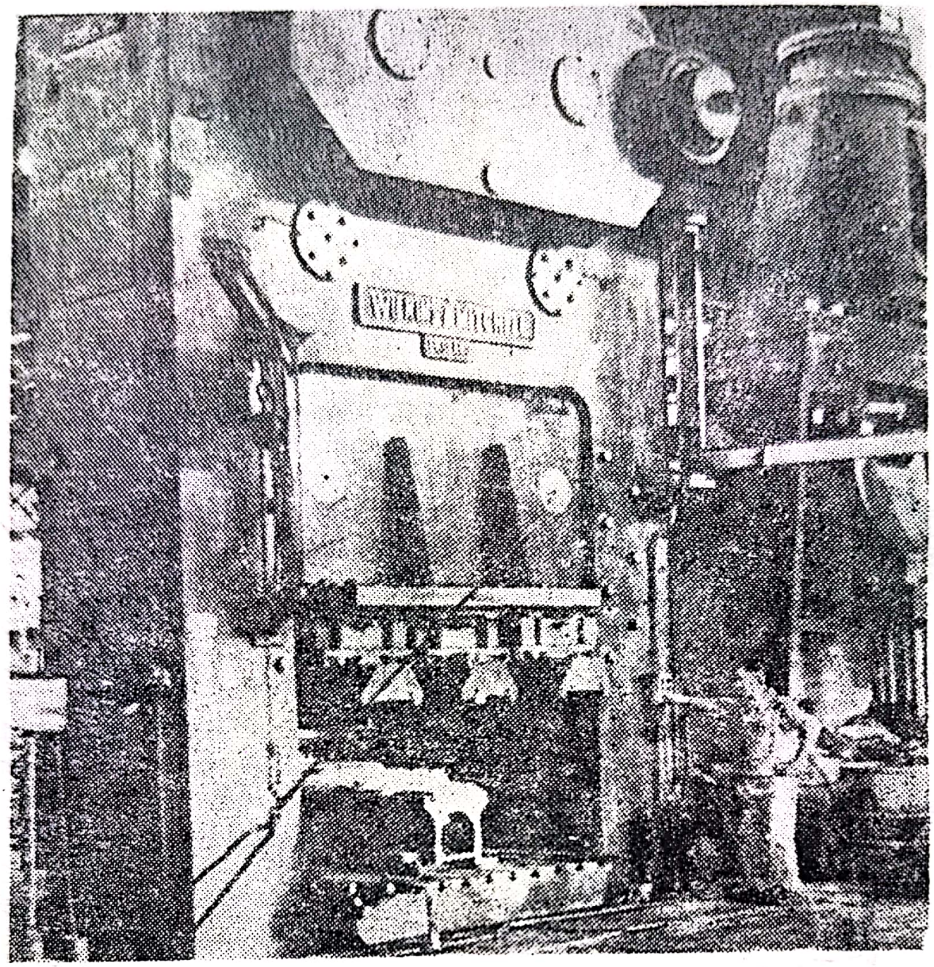


Fig. F. 14.

Constructiv, se grupează în două categorii: prese hidraulice verticale și prese hidraulice orizontale. În general presele de putere mijlocie și mare se execută cu patru coloane. Obișnuit, lichidul folosit pentru acționarea pompelor hidraulice este apa în care se dizolvă săpun sau emulsie de ulei pentru protecția contra ruginei. Pompele hidraulice fără multiplicator sînt alcătuite din patru părți principale: presa propriu-zisă, pompa hidraulică, rețeaua de joasă presiune și rețeaua de înaltă presiune (fig. F. 15). În vederea coborîrii berbecului, cu ajutorul pompei hidraulice, lichidul din rețeaua de joasă presiune este trecut în rețeaua de înaltă presiune și de acolo la cilindrul principal. În același timp lichidul, din cilindri de ridicare, este evacuat în rețeaua de joasă presiune și, apoi, într-un rezervor de acumulare. Pentru aducerea berbecului în poziția inițială de plecare, lichidul de înaltă presiune este dirijat spre cilindri de ridicare, în timp ce lichidul din cilindrul principal este evacuat în rețeaua de joasă presiune. Ridicarea, coborîrea sau menținerea pe loc a plăcii mobile pe care se află amplasat berbecul este comandată de către forjor, prin intermediul unei manete de comandă și a supapelor de distribuție. Pompele hidraulice cu multiplicator funcționează cu abur, aer comprimat sau cu acțiune electrică. Locul pompei este luat de un multiplicator care ridică presiunea lichidului la 400—500 at. În princi-

piu, multiplicatorul este format dintr-un cilindru în care se deplasează un piston acționat de vapori de apă sau aer. Tija acestui piston este legată, la celălalt capăt, de un al doilea piston amplasat în cilindrul hi-

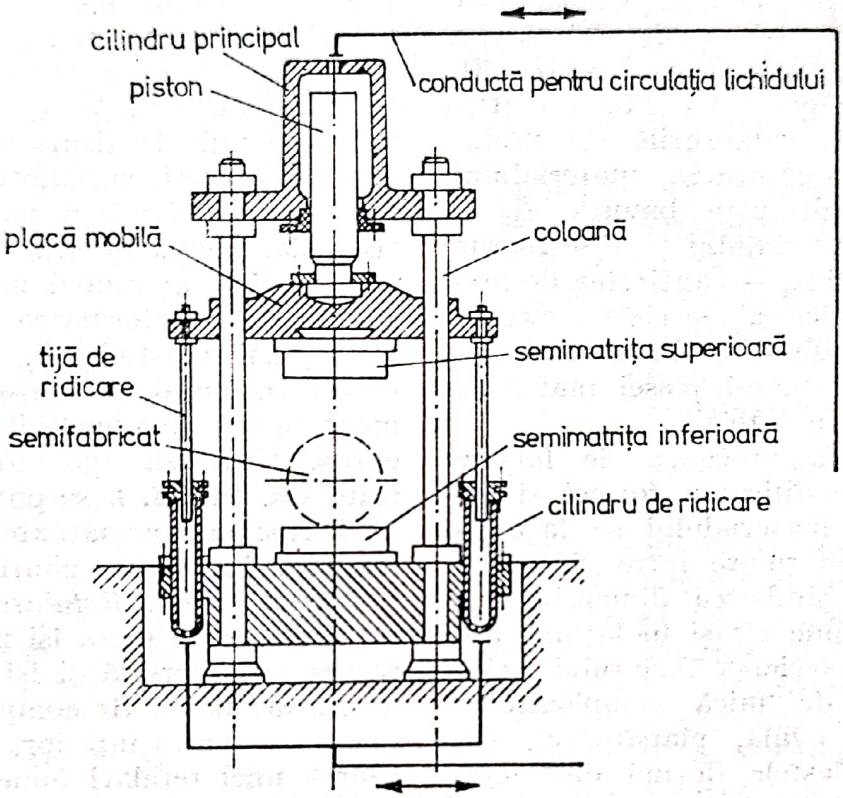



**Fig. F. 15.**

draulic unde se obține creșterea presiunii lichidului care intră în cilindrul principal al presei, mărind astfel forța de comprimare a berbecului. Procesul tehnologic de matrițare cuprinde următoarele operații în ordinea succesiunii lor: debitarea materialului, încălzirea, matrițarea propriu-zisă, debavurarea și îndreptarea sau calibrarea. Unele din aceste operații sînt identice cu operațiile folosite la forjarea liberă (debitarea și încălzirea) și în consecință, se execută cu aceleași utilaje. Debavurarea urmărește îndepărtarea bavurilor care se formează pe conturul piesei matrițate, în planul de separație a celor două semimatrițe. Operația are loc cu ajutorul matrițelor de debavurare și folosind de obicei prese cu excentric. Pentru aliaje neferoase (aliaje de aluminiu, bronz, alamă), precum și pentru oțel moale, debavurarea se poate face la rece. La piesele executate din oțeluri mai dure, cît și la piesele de dimensiuni mai mari, atît debavurarea cît și îndreptarea sau calibrarea se face la cald. Pentru executarea **f. în m.**, în raport cu desenul piesei finite, se întocmește, ca și la forjarea liberă, desenul piesei matrițate. La stabilirea acestui desen se ține seama de: planul de separație, adaosurile de prelucrare, înclinările pereților și razele de racordare. Alegerea planului de separație trebuie astfel făcută încît piesa să poată fi scoasă ușor din matriță. Adaosurile de prelucrare și toleranțele se atribuie după anu-

mite norme standardizate. Pentru asigurarea obținerii unei piese bune matrițate se prevăd o serie de adaosuri tehnologice ca: bavură, adaosul pentru cap de clește (pentru prindere în clește) și adaosul pentru ardere la încălzirea în cuptor. Ca urmare, greutatea materialului, $G$, necesar pentru matrițare se determină cu relația: $G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$, în care $G_1$ este greutatea piesei matrițate (inclusiv adaosurile de prelucrare); $G_2$ — greutatea materialului care se pierde prin bavură; $G_3$ — greutatea materialului care se pierde prin ardere și $G_4$ — cantitatea de material pentru capul de clește. Pentru stabilirea lungimii semifabricatului se raportează volumul piesei matrițate la secțiunea acesteia.

**forjare liberă,** procedeu de forjare prin care modificarea formei și dimensiunilor materialului se face liber, prin deformare între ciocan și nicovală. Schimbarea dimensiunilor, atît în lungime cît și în lățime, are loc după aprecierea forjorului, folosind scule de mică complexitate: ciocanul, nicovala, planatoarul, rotunjitorul, cleștele, dornul, dalta etc. Utilajele principale cu ajutorul cărora se realizează **f. l.** sînt ciocanele și presele. După principiul de funcționare se folosesc: ciocane cu aer comprimat, cu abur, cu autocompresie, cu acționare mecanică, fără șabotă etc. La forjarea manuală se folosesc ciocane de mînă. Procesul tehnologic de **f. l.** cuprinde următoarele faze: debitarea materialului necesar pentru forjare, încălzirea pînă la temperatura de forjare, forjarea propriu-zisă și răcirea. Cantitatea de material necesar pentru forjare se obține prin tăierea semifabricatelor sau a lingourilor la dimensiunile cerute. Debitarea se poate face prin tăierea cu oxigen, cu foarfecele, cu ferăstrăul etc. Debitarea cu oxigen prezintă o serie de avantaje și permite tăierea, în mod obișnuit, a semifabricatelor cu grosimi variabile între 5 și 300 mm. Debitarea cu foarfeca este o metodă larg răspîndită și se execută la mașini speciale sau la prese cu excentric prevăzute cu cuțite pentru tăierea materialului. În general, la foarfeci pot fi debitate semifabricate cu diametrul între 15 și 250 mm sau cu latura pătratului între 14 și 220 mm. Debitarea cu ferăstrăul se aplică materialelor sensibile la fisurare și permite obținerea unei suprafețe plane de tăiere perpendiculară pe axa longitudinală. După debitare, materialul este încălzit în scopul micșorării rezistenței la deformarea plastică și a creșterii plasticității. Se face de obicei în cuptoare cu cameră alimentate cu combustibil lichid sau gazos. Urmează apoi forjarea propriu-zisă. Prin **f. l.** se pot executa în mod frecvent următoarele operații: refulare, întindere, găurire, îndoire, sudare și tăiere. *Refularea* este operația prin care piesa își mărește secțiunea transversală și își micșorează lungimea; poate fi: completă, la extremitate sau în interior. Pentru realizarea unei refulări bune este necesar ca materialul metalic să fie încălzit la o temperatură înaltă și înălțimea să fie mai mare de 2,5—3,0 ori diametrul. *Întinderea* este operația prin care se obține alungirea materialului, micșorîndu-se în mod corespunzător secțiunea transversală. În funcție de scopul urmărit și de forma semifabricatului, poate fi: simplă, cu lățire, pe dorn (fig. F. 16). Pentru realizarea operației trebuie să se țină seama de greutatea piesei și compoziția chimică a materialului stabilindu-se în mod judicios utilajele și sculele necesare. Forjarea lingourilor și, în special, a celor din metale sau aliaje cu plasticitate scăzută, trebuie începută de la mijloc și continuată spre capete, cu loviturі sau presări ușoare. *Găurirea,* (fig. F. 17), poate fi totală, unilate-

Scanned with OKEN Scanner

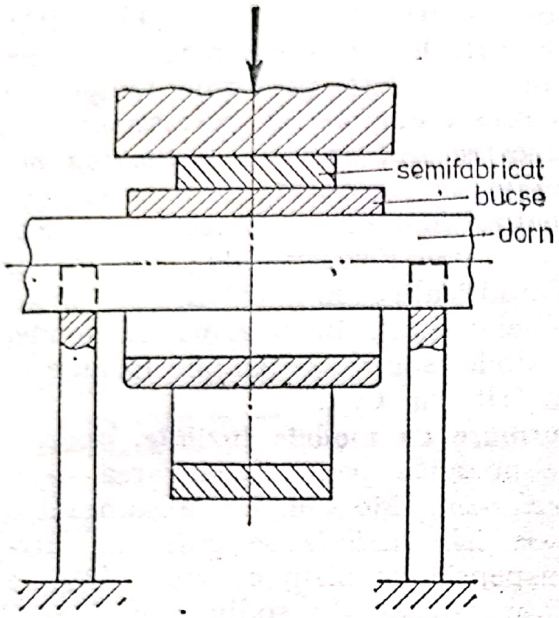



Fig. F. 16.

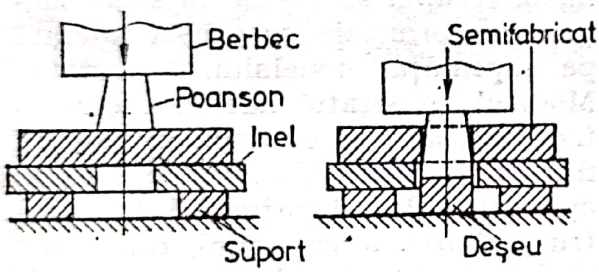



Fig. F. 17.

rală sau bilaterală. La forjarea manuală se execută cu dorn, iar la forjarea mecanică, pentru găuri cu diametrul peste 400—500 mm, se face cu poansoane tubulare. La *îndoire*, semifabricatul sau piesa se curbează pe axa longitudinală, potrivit conturului și datelor menționate în desenul piesei. În majoritatea cazurilor, se utilizează șabloane peste care materialul este obligat să se așeze prin lovituri ușoare de ciocan. *Sudarea* prin forjare este operația de îmbinare prin contopire a două sau mai multe semifabricate. Se realizează după mai multe metode: cap la cap (fig. F. 18), cu margini suprapuse, în formă de T etc. Prin *tăiere*, semifabricatul se taie în bucăți sau se crestează. Ca scule se folosesc dălți manuale sau scule de crestare. Pentru realizarea unei piese prin forjare este necesar să se întocmească desenul piesei forjate care se obține pe baza desenului piesei finite și conține toate adaosurile de prelucrare și

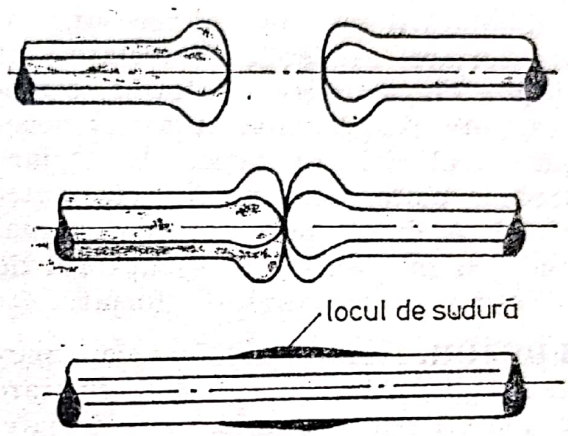



Fig. F. 18.

adaosurile tehnologice prevăzute de proiectant. Adaosurile de prelucrare se stabilesc pe baza unor norme cuprinse în standarde. Pe baza desenului de piesă forjată se stabilește cantitatea de material necesar pentru forjare, $G$, care trebuie debitat, folosindu-se relația: $G = G_p + G_d + G_a + G_e + G_r$, în care: $G_p$ reprezintă greutatea piesei forjate; $G_d$, greutatea materialului pierdut prin debitare; $G_a$, greutatea materialului pierdut prin ardere la încălzire; $G_e$, greutatea materialului necesar pentru epruvete și $G_r$, restul de material nefolositor.

**FORJĂ,** secție sau atelier specializat în prelucrarea materialelor metalice prin forjare. Principalele utilaje cu care este dotată o forjă sînt ciocanele de forjat și cuptoarele de încălzire. Numărul și energia de lovire a ciocanelor se aleg în funcție de: natura materialului, greutatea pieselor forjate, cantitatea necesară de piese forjate într-o anumită perioadă de timp etc. Pentru încălzirea materialelor, în majoritatea atelierelor de

forjare se folosesc cuptoare cu cameră în care se arde un combustibil gazos sau lichid. Atelierele de forjare sînt prevăzute cu o serie de mașini de ridicat și transportat ca: monoșine (monorai), poduri rulante sau macarale pivotante. De asemenea, în scopul debitării materialului necesar pentru forjare, atelierele de forjare sînt dotate cu: foarfece, ghilotine, ferăstraie etc. Amplasarea utilajelor necesare realizării operației de forjare trebuie astfel concepută încît materialul să circule pe un traseu cît mai scurt și în special de la cuptorul de încălzire la ciocanul de forjat.

**FORJOR,** lucrător calificat care participă direct la procesul de prelucrare a materialelor metalice prin forjare.

**FORMARE,** proces tehnologic de executare a formelor, în care prin turnarea materialului metalic lichid se realizează piesa turnată. Calitatea **F.** depinde de *gradul de îndesare* a amestecului de formare. Acesta reprezintă micșorarea volumului amestecului de formare față de volumul inițial (înainte de îndesare) la îndesarea acestuia în vederea obținerii formelor de turnătorie. Se exprimă prin relația:

$$G_i = \frac{V_0 - V_i}{V_0} 100\%$$

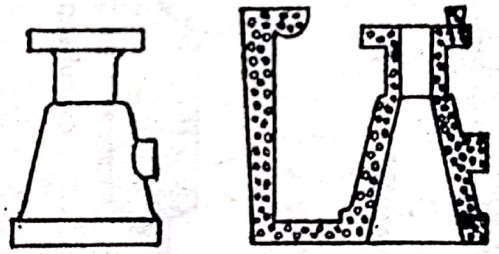
în care $V_0$ este volumul amestecului înainte de îndesare, iar $V_i$, volumul amestecului după îndesare. Practic însă volumul amestecului înainte și după îndesare este greu de determinat. De aceea, în practică se exprimă prin duritatea superficială a formei îndesate, măsurată cu ajutorul unui aparat special, cel mai folosit fiind aparatul Dietert, la care gradul de îndesare se exprimă prin unități Dietert. În funcție de masa pieselor turnate, de distanța de la partea inferioară a piesei la suprafața superioară a pîlniei de turnare și de calitatea formei (umedă sau uscată) duritatea poate varia între 20 și 95 unități Dietert. **F.** se poate realiza manual sau mecanizat, în forme temporare, semipermanente și permanente, de amestec sau speciale. *Formarea manuală* cu amestec de formare se poate realiza în solul turnătoriei, în rame (fixe sau demontabile), cu modele simplificate (cu șablon, cu model schelet ș.a.), în miezuri cu modele fuzibile sau volatilizabile în amestec întărit cu $CO_2$.

**formare cu modele fuzibile,** operație tehnologică pentru realizarea →*formelor-coji*. Modelul sau ansamblul de →*modele fuzibile* se cufundă într-o suspensie de nisip cuarțos (50%) în liant (silicat de sodiu sau de etil) 50%, după care se scoate și se introduce sub o instalație de presărat nisip. Nisipul se prinde în strat subțire, uniform, de suspensia aderată pe suprafața modelului, în rotație. Modelul cu stratul aderent de nisip fixat cu liant se cufundă în baia cu fixator (soluție 15—20% $NH_4Cl$ în apă) timp de cel puțin 1,5 min pentru întărirea amestecului, după care se usucă (20—40 min) în curent de aer pentru eliminarea amoniacului și a apei aderente. În mod analog, se obțin 3—4 straturi. După îndepărtarea modelului fuzibil din formă prin cufundarea acesteia în apă caldă (80—90°C) sau prin insuflare de aer cald se obține forma. După calcinare la 850—900°C forma este gata pentru turnare.

**formare cu modele volatilizabile,** procedeu de formare în cadrul căruia se folosește model din →*polistiren expandat* care nu se extrage din formă ci se volatilizează sub acțiunea căldurii aliajului lichid turnat în formă; gazele rezultate sînt evacuate din formă prin rețeaua de turnare (indicată fiind cea în sifon) și prin canalele de aerisire a formei. Formarea se realizează prin înconjurarea modelului cu amestec nisip—soluție de silicat de sodiu, întărit apoi cu

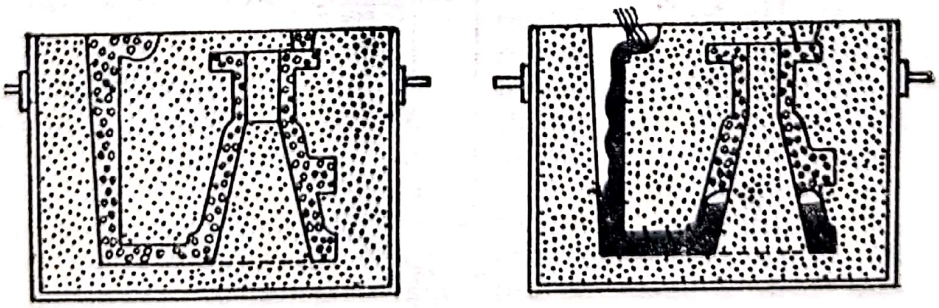
$CO_2$ sau în amestec nisip — rășină furanică, întărit la rece, avînd în vedere că polistirenul se deformează ușor (fig. F. 19). Înainte de formare modelul, care are pori mari, se acoperă cu ceară, parafină sau mase plastice și apoi cu vopsea refractară. Avantajele procedeului rezultă mai ales din absența suprafeței de separație și a miezurilor.

**formare în solul turnătoriei,** procedeu de formare în solul turnătoriei pe un suport de amestec de formare numit *pat de formare* (fig. F. 20). Pentru formarea cu modele de piese simple (plăci, armături de miez etc.) se execută pat moale, iar pentru piese mari, unicate, se execută pat tare. Pentru executarea patului moale într-o groapă de ~ 250 mm în care se așază șinele *1* (sau scînduri pe cant) se introduce amestec de formare *2*. Pe șine se așază placa de nivelare *3*, orizontal (cu bulă de nivel). Se scoate placa, se așază riglele *4* (~ 10 mm grosime), se introduce amestec, se nivelează, se înlătură riglele și, apoi, se îndeasă amestecul ridicînd în sus și în jos placa *3*. După îndesare, patul se netezește cu rigla și, apoi, cu troila. Patul tare se execută în ordinea: groapă ($h = 200-300$ mm), strat de cocs *1'*, țevi pentru aerisirea formei *3'*, amestec de umplere *2'* în care se execută canale de aerisire *4'*. Formarea se execută cu șablon (*5'*) sau model. La formarea în sol pe pat se așază modelul *1''*, în poziția orizontală asigurată cu bula de nivel *4''*, se îndeasă amestec de formare în care se execută canale de aerisire cu *3''*, se execută rețeaua de turnare *5''*, *6''* și *7''* și se scoate modelul, rezultînd formă deschisă.



piesa turnată

model din polistiren cu rețea atașată prin lipire



forma cu model

turnarea metalului lichid și volatilizarea modelului

**Fig. F. 19.**

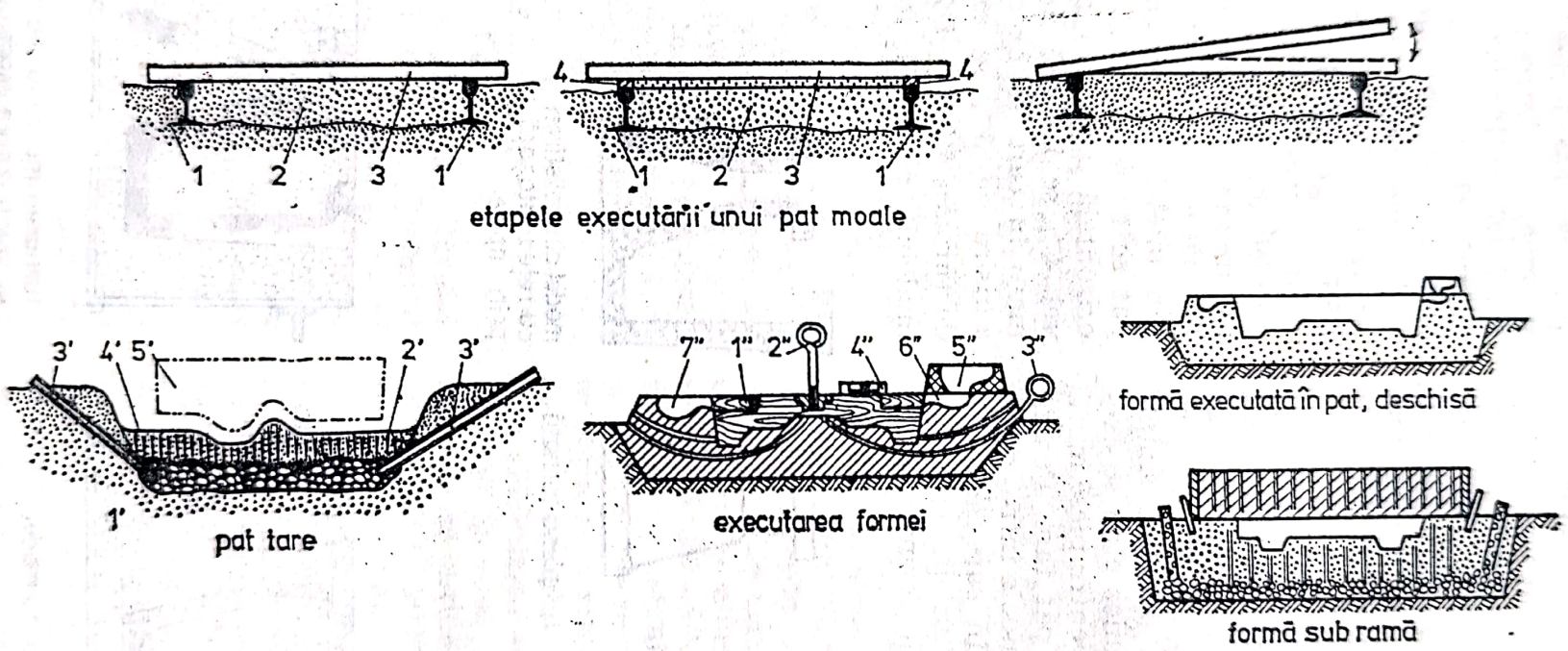

1
2
3
1
4
4
1
2
3
1
etapele executării unui pat moale
3'
4'
5'
2'
3'
1'
pat tare
7"
1"
2"
4"
6"
5"
3"
executarea formei
formă executată în pat, deschisă
formă sub ramă

**Fig. F. 20.**

Dacă se acoperă cu o ramă rezultă formă sub ramă. Avantajele procedeului: cost mic al documentației tehnologice, al sculelor folosite, al materialelor de formare. Dezavantajele procedeului: precizie dimensională foarte mică, rugozitate mare a suprafeței, adaosuri de prelucrare foarte mari, consum mare de muncă pentru formare și foarte mare pentru curățire și finisare.

**formare manuală în rame,** metodă de formare cu ajutorul a două sau mai multe rame de formare, care se mențin pînă la turnarea piesei și utilizînd model cu sau fără suprafață de separație. În fig. F. 21 se prezintă succesiunea operațiilor de formare cu model fără suprafață de separație. În celelalte cazuri (modele cu suprafață de separație, formare în două sau trei rame de formare) se procedează similar. La **f. m. în r.,** precizia pieselor turnate obținute este mică, calitatea suprafeței este slabă, costul documentației, al materialelor de formare, al sculelor este mic, iar adaosurile de prelucrare, consumul de muncă la formare, curățire și finisare a pieselor turnate sînt mari. **formarea mecanizată** se poate realiza cu ajutorul →*mașinilor de format* cu îndesare: prin presare, prin scuturare, prin vibropresare și prin aruncare. La formarea mecanizată poziția modelului în timpul extragerii acestuia poate fi deasupra sau dedesubtul ramei.

**FORMĂ DE TURNARE,** element sau ansamblu de elemente ce cuprind o cavitate în care, prin turnarea materialului metalic lichid, se obține, după solidificarea acestuia, piesa turnată (fig. F. 22). Cavitatea se obține cu două elemente tehnologice de bază, modelul și cutia de miez, prin operația de formare. Cu ajutorul modelului se obține suprafața exterioară a piesei turnate, iar cu miezul suprafața interioară a acesteia. Introducerea metalului lichid în cavitatea formei se realizează prin intermediul → *rețelei de turnare.* Pentru a corespunde scopului, formele sînt prevăzute cu →*armături* și cu →*canale de aerisire.* După durabilitate formele se clasifică în temporare (folosite la o singură turnare), semipermanente (folosite la mai multe turnări, cu repararea formei după fiecare turnare) și permanente (executate din materiale metalice sau grafit) folosite la un număr mare de turnări, fără reparații după fiecare turnare. După gradul de uscare a amestecului de formare pot fi: *uscate* (se usucă înainte de turnare), uscate superficial (se usucă numai în stratul superficial) și *crude* (nu se supun operației de uscare). După locul în care se execută pot fi: în sol, cu rame (două sau mai multe) și fără rame (obținute în rame demontabile). După complexitate pot fi: simple (cu miezuri, $\sim 0{,}5$ m$^3$ miez/t piese turnate) sau fără miezuri, de complexitate medie ($\sim 0{,}7$ m$^3$ miezuri/t piese turnate) și de mare complexitate ($\sim 1$ m$^3$ miezuri/t piese turnate). Totalitatea operațiilor de asamblare a elementelor componente ale formei (semiforme, miezuri, răcitoare, filtru de zgură etc.) și de închidere și asigurare a formei în vederea turnării metalului lichid în cavitatea formei și deci obținerii piesei turnate constituie *asamblarea formei de turnare.* Ansamblul operațiilor prin care se împiedică scurgerea metalului lichid la turnarea prin locurile de asamblare ale formei (în special, între semiforme și între mărcile miezului și ale formei), la montarea definitivă a formei, constituie *închiderea formei de turnare.* La formele uscate etanșeitatea între acestea se asigură prin așezarea unor cordoane de argilă plastică. La formarea mecanizată, în acest scop se acționează prin modificări constructive la mărcile miezurilor sau ale formei. Operația de consolidare a for-

Scanned with OKEN Scanner

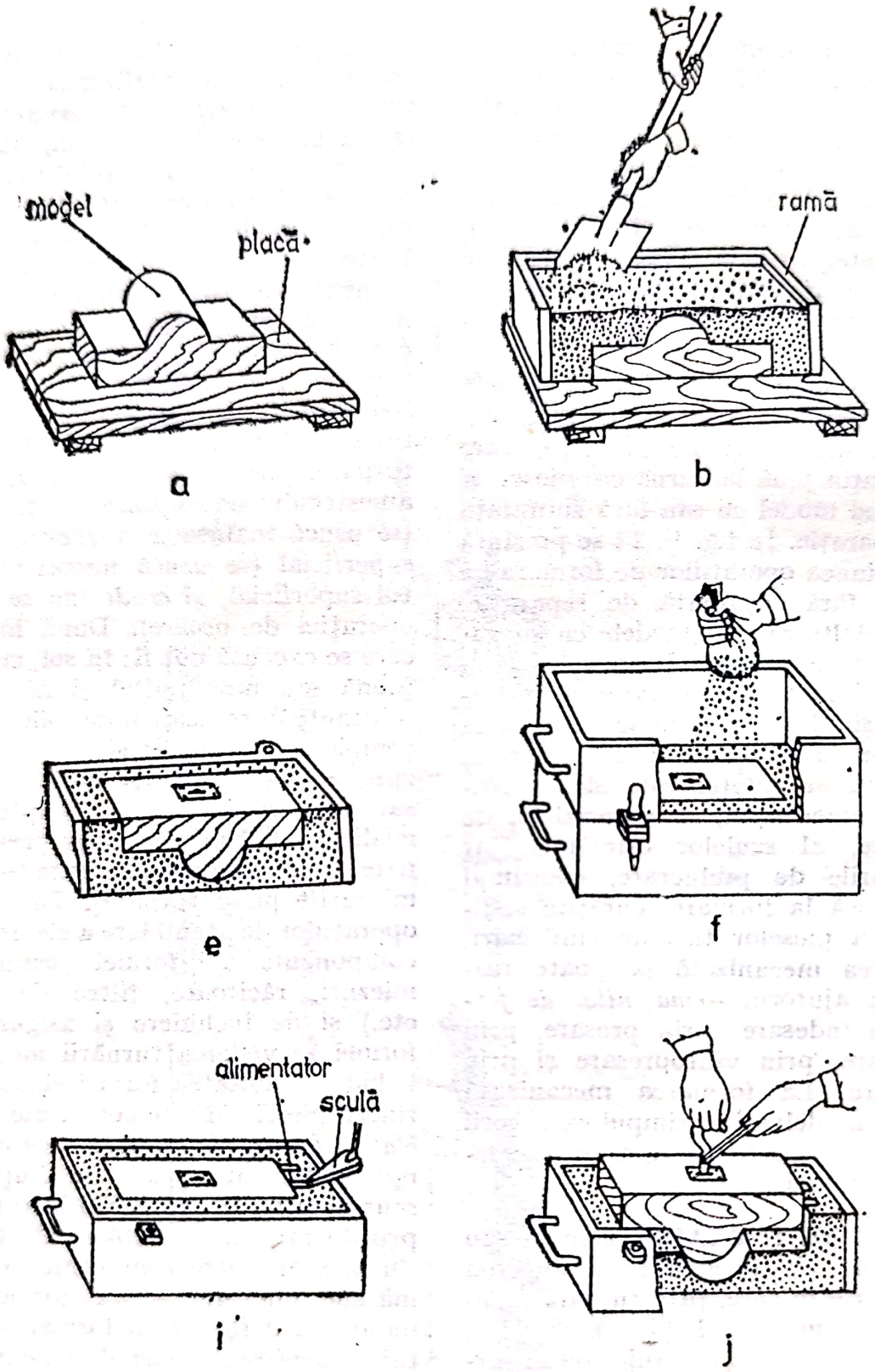
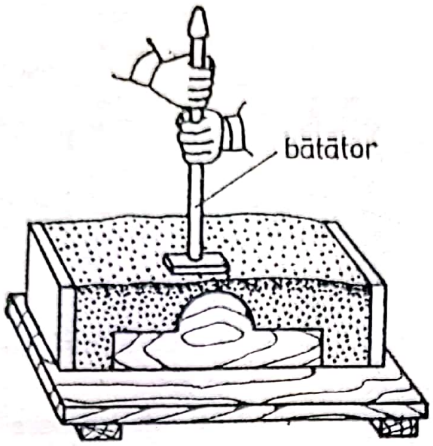
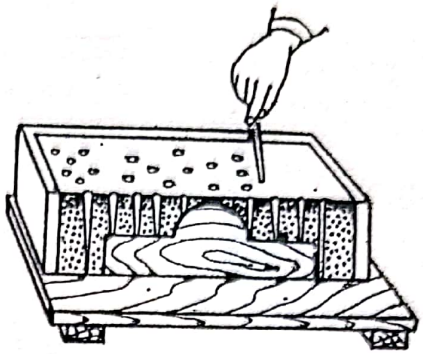



**Fig. F. 21.** Formare
*a*—Se așază modelul pe placă și se acoperă cu pudră ; *b*—Se așază rama de formare pe amestecul în ramă; *d*—Se execută canale de aerisire a formei ; e—Se rotește pudră suprafața semiformei inferioare ; *g*—Se așază modelul piciorului de turnare, rioară de cea inferioară; *i*—în semiformele superioară și inferioară se execută obținîndu-se forma care se asigură cu greutăți;

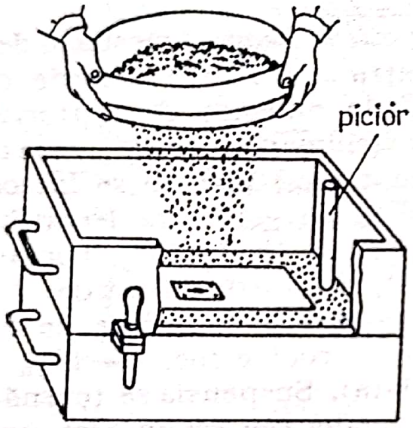
Scanned with OKEN Scanner



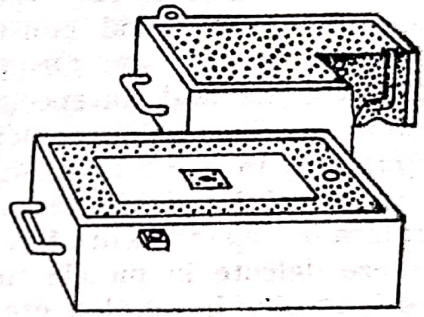

c



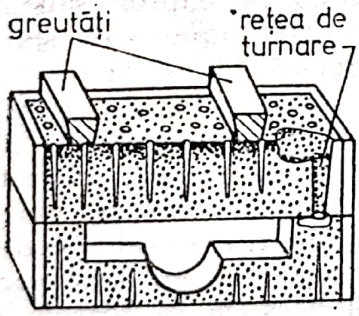
d



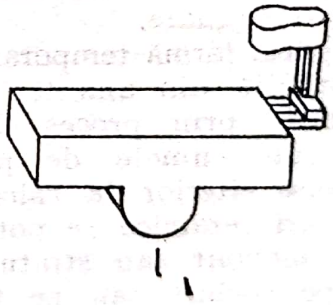

g



h




k



l

manuală în rame:

pe placă și se umple rama cu amestec de formare; *c*—Se îndeasă manual, cu bătătorul, rama, deci, semiforma, cu 180° ; *f*—Se așază rama superioară și se acoperă cu se umple rama cu amestec de umplere și se îndeasă ; *h*—Se detașează rama supe- canalele rețelei de turnare ; *J*—Se dezbate modelul ; *k*—Semiformele se asamblează, *l*— Piesă turnată cu rețea de turnare.

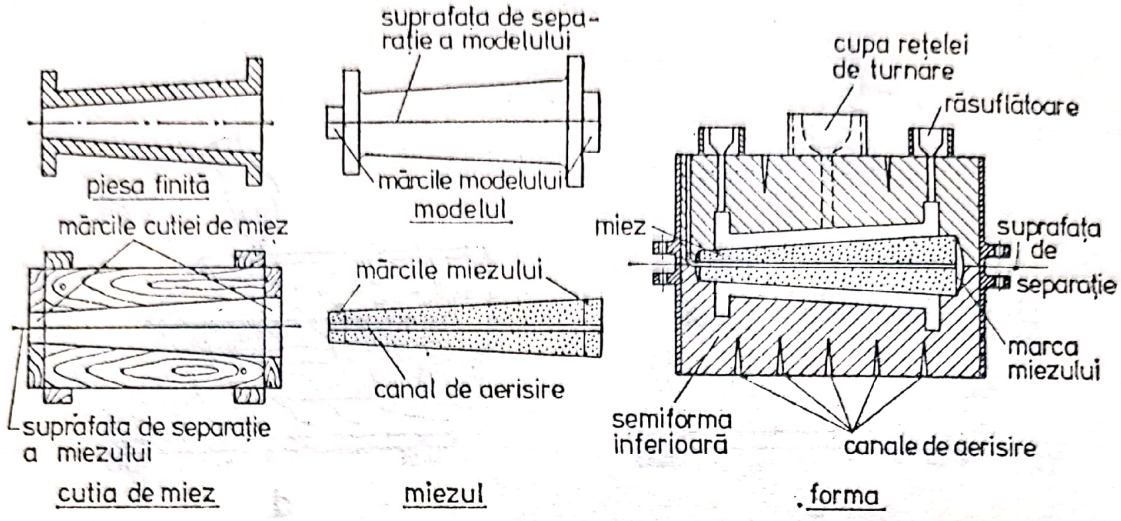



**Fig. F. 22.**

mei pentru a preveni ieșirea metalului lichid din formă datorită acțiunii forțelor statice și dinamice care apar la turnarea metalului lichid constituie *asigurarea formei de turnare* (fig. F. 23). Acestea tind, în special, să distanțeze semiforma superioară de cea inferioară, în acest mod dînd posibilitatea metalului lichid să iasă pe la suprafața de separație din formă și să genereze defecte la piesele turnate (bavuri, umpleri incomplete etc.). Asigurarea formei se realizează cu sisteme mecanice sau prin așezarea deasupra semiformei superioare a unor greutăți. În cazul liniilor continue de turnare asigurarea se face mecanizat, cu ajutorul unui conveior cu greutăți suspendate.

**formă ceramică,** formă temporară de turnare obținută din amestec fluid special întărit prin proces chimic (cunoscut sub numele de proces Shaw), supusă ulterior la calcinare. Cu amestecuri ceramice se pot realiza forme monolit sau straturi de acoperire pe cochile sau pe forme din diferite compoziții de amestec de formare. Inițial procesul de obținere a **f. c.** pe bază de silicat de etil ca liant a fost patentat de inginerul englez Shaw în anul 1954, fiind cunoscut în tehnică sub numele de *procedeul Shaw*. Amestecul de formare pentru executarea **f. c.** este o suspensie de amestec de material refractar (silimanit, argilă, cuarț, zircon, șamot etc.) în care se introduc substanțe de gelificare (soluții de diferite baze, $(NH_4)_2CO_3$, trietanolamină etc.), soluție de silicat de etil, hidrolizat (40—78% silicat de etil, 38—52% alcool etilic, 5—10% apă acidulată). Suspensia se toarnă în rama cu model sau semimodel, unde după cîteva minute se întărește prin gelificare (fig. F. 24). Forma sau miezul întărite se extrag din ramă și se introduc în cuptor sau în contact cu flacără; vaporii de spirt degajați din formă ard și la suprafața acestora apar rețele de fisuri care îmbunătățesc proprietățile formei fără a influența negativ calitatea suprafeței pieselor turnate. După arderea alcoolului **f. c.** se calcinează la 900°C, se răcește sau nu după care în cavitatea acesteia se toarnă metalul lichid, rezultînd piesa turnată. La început formele se executau monolit, cu consum mare de materiale scumpe, determinînd ca procedeul să nu fie economic. Ulterior au apărut ca variante *procedeele Composite Shaw, Unicast-Shaw* (după întărire pe formă se pulverizează un

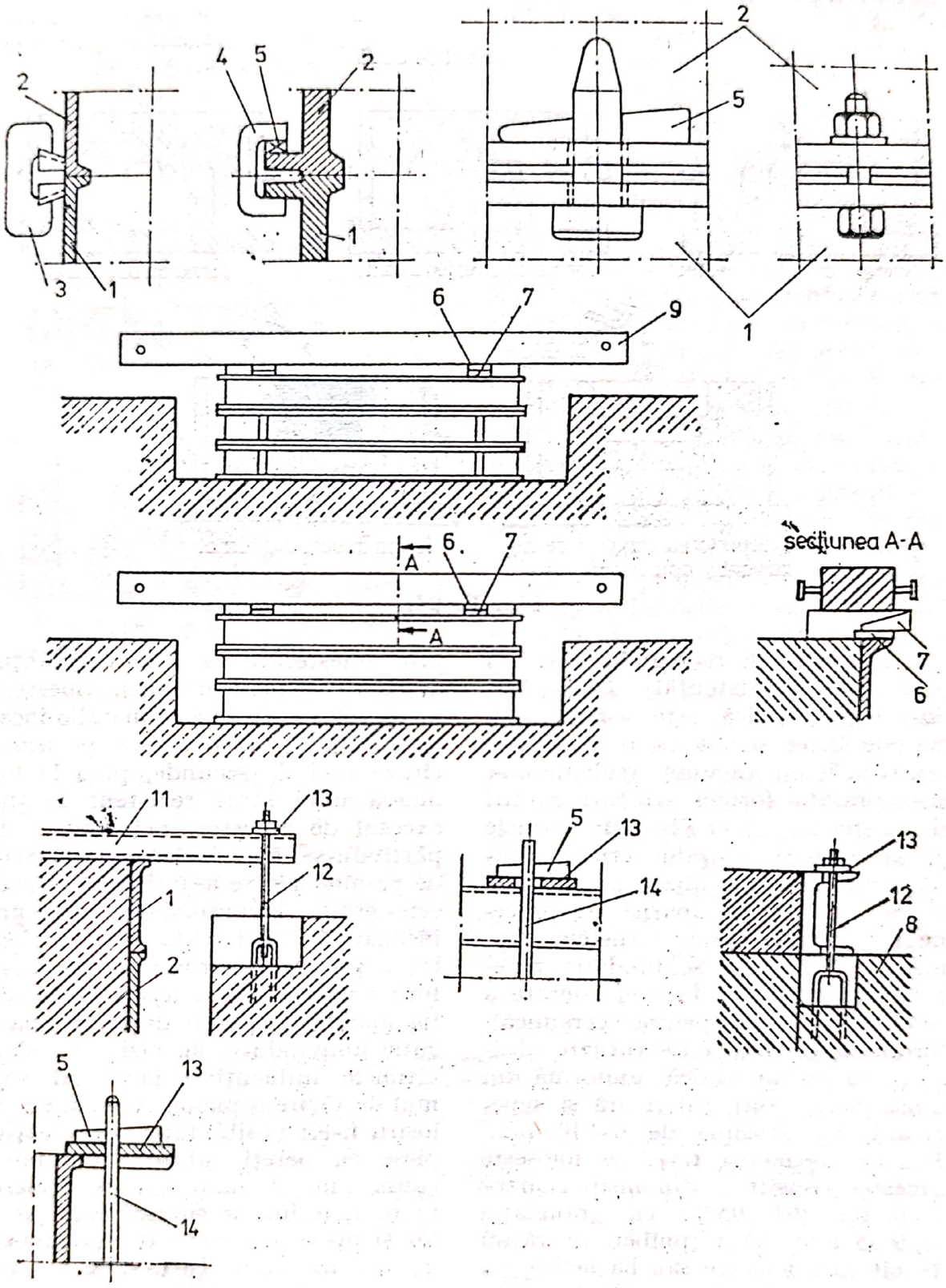



**Fig. F. 23.** Procedee de asigurare a formei:

*1*, *2* — rame de formare; *3*, *4* — cleme; *5* — pană; *6* — suport; *7* — placă-pană; *8* — partea inferioară a formei; *9* — grindă; *10* — suport; *11* — grindă; *12* — șurub; *13* — șaibă; *14* — tijă.

Scanned with OKEN Scanner

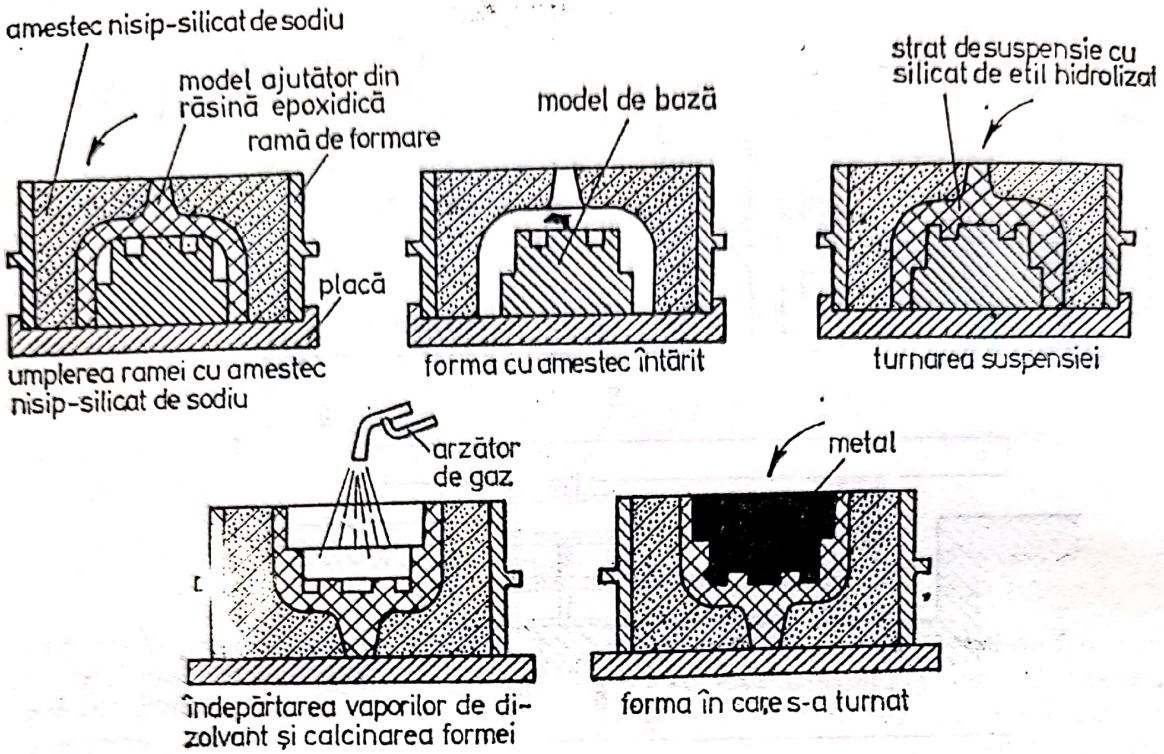



**Fig. F. 24.**

întăritor special, realizîndu-se înaltă precizie și rezistență), *Deen-Shaw* (întărirea chimică este asociată cu metode fizice și are loc în instalație centrifugă, cu vacuum, realizîndu-se la suprafața formei straturi subțiri și rezistente), *Shott-Shaw* (în formele de amestec se introduc cruste ceramice cu care se realizează cavitatea formei în care se toarnă) și procedeul *Ceramcast-Shaw* (crustele ceramice se obțin prin scufundarea repetată după uscarea crustei aderate a modelului în suspensia ceramică). **formă-coajă,** formă de turnare alcătuită cu grosime mică, uniformă din două părți (coji), inferioară și superioară, cu grosime de 6—10 mm. Pentru obținerea **f.-c.** se folosește amestec constituit din nisip cuarțos refractar (93—95%) cu granulație $\leq$ 0,15 mm, liant (pulberi de rășini fenolformaldehidice sau bachelită) cu întăritor (urotropină $\sim$ 12%) în proporție de 5—7% și umezitor (petrol), pentru a împiedica segregarea rășinii 0,1%. Grăunții de nisip se acoperă prin amestecare cu un strat subțire de rășină (se peliculizează). Amestecul se toarnă pe un model metalic încălzit la 300°C, se menține pe acesta cîteva zeci de secunde, pînă la formarea unui strat rezistent subțire, excesul de amestec, neîntărit, îndepărtîndu-se; **f.-c.** se desprind mecanic de pe model și se asamblează. Uneori este necesară consolidarea cojii prin încălzire în cuptor (la 400°C). Pentru a preveni deformarea la turnare, forma asamblată se așază într-o cutie metalică, spațiul dintre formă și cutie umplîndu-se cu nisip sau alice, ultimele influențînd favorabil regimul de răcire a piesei. Avantajele folosirii **f.-c.:** posibilitatea de a obține piese cu pereți subțiri ($>$ 2 mm); consum mic de materiale de formare; mare netezime a suprafețelor pieselor și mare precizie a dimensiunilor; % mic de rebut. În **f.-c.** se pot obține piese în greutate pînă la 250 N (25 kgf).

**formă metalică,** formă monolit sau realizată din elemente metalice cu

miezuri din amestec de formare sau tot metalice (la turnarea Al, Zn, Mg și Pb), în cavitatea căreia prin turnarea materialului metalic (metale și aliaje feroase și neferoase) lichid se obține piesa turnată. În fig. F. 25 se prezintă o **f. m.** fără suprafață

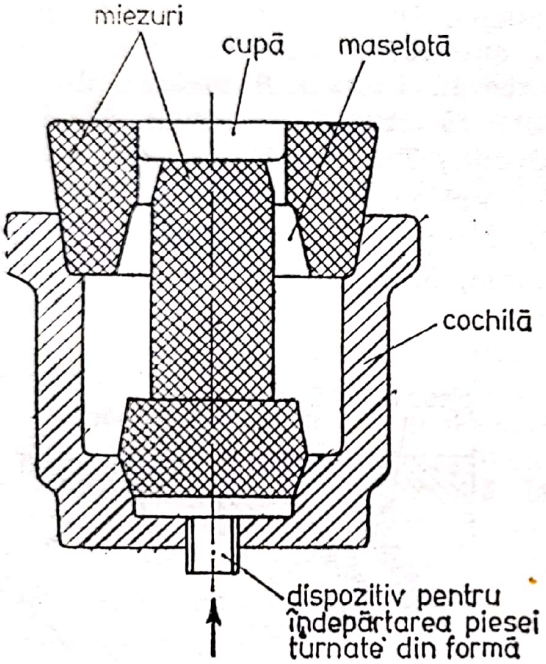



**Fig. F. 25.**

de separație și miezuri din amestec de miez. La proiectarea construcției **f. m.** se ține seama de material, suprafață de separație, aerisire, răcire, rețea de turnare și de îndepărtarea miezurilor din piesa turnată și a piesei turnate din formă. **f. m.** se execută din fontă cenușie și oțel, și din aluminiu, caz în care pe suprafața interioară a formei se realizează electrolitic un strat refractar și durabil de $Al_2O_3$; sînt utilizate, în special, la turnarea aliajelor Fe—C. **f. m.** pot fi cu suprafață de separație orizontală, verticală sau orizontală și verticală. *Aerisirea* formei metalice (crearea condițiilor de îndepărtare a gazelor degajate în formă) se realizează prin canale mici plasate, în special, în suprafața de separație a formei sau prin dopuri de aerisire introduse în orificii executate în corpul acesteia care însă să nu permită ieșirea prin acestea a metalului lichid (fig. F. 26). *Răcirea* formei metalice se poate regla prin alegerea corespunzătoare a grosimii pereților acesteia și prin folosirea vopselelor refractare. Formele în care se toarnă fontă și oțel se supraîncălzesc intens și de aceea trebuie luate măsuri suplimentare de răcire. În acest scop la forme se atașează prin sudare aripi sau bare de răcire sau în corpul cochilei se introduc țevi mici prin care circulă apă sau aer comprimat. Rețeaua de turnare poate realiza introducerea metalului în formă pe la partea superioară (direct), pe la partea inferioară (în sifon) sau prin miez. Îndepărtarea miezurilor metalice din formă se poate realiza cu

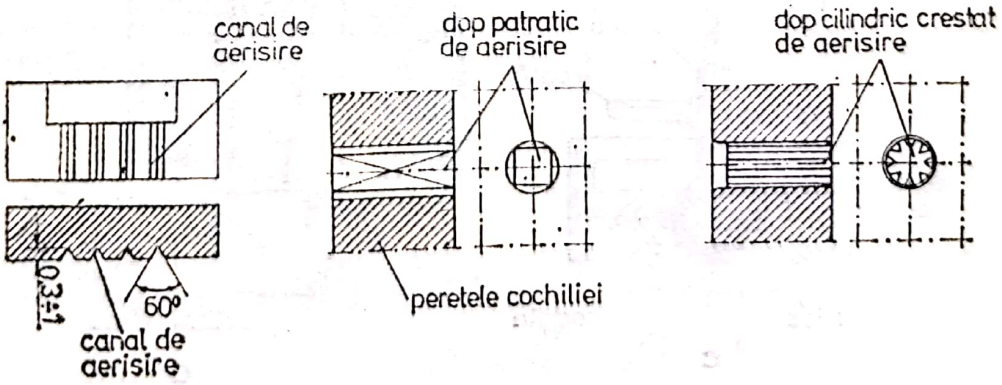



**Fig. F. 26.**

pîrghie (fig. F. 27, *a*), cu roată dințată (fig. F. 27, *b*), cu camă, cu șurub (fig. F. 27, *c*) sau pneumatic (fig. F. 27, *d*). Extragerea piesei se realizează deschizînd **f. m.** la suprafața de separație. Sin. *cochilă*.

**FORSTERIT,** $Mg_2SiO_4$, mineral de magneziu din grupa olivinelor; cristalizează în sistemul ortorombic și este incolor sau de culoare galben-verde. Are duritatea 5—7 (scara Mohs) și densitatea 3,21—3,30 kg/dm³. Conține 57,1% MgO și 42,9% $SiO_2$. Se utilizează ca materie primă în metalurgia magneziului. Zăcăminte importante de **F.** se găsesc în U.R.S.S., Italia, S.U.A. etc.

**FOSFORIT,** varietate de apatit, în care fluorul și clorul sînt adesea înlocuite prin ioni $OH^-$. Se prezintă în numeroase varietăți, purtînd diferite denumiri. În depozite, uneori destul de mari, se întîlnesc în toate formațiunile geologice sedimentare din trecutul cel mai îndepărtat și pînă astăzi, majoritatea avînd o origine marină. În țara noastră se întîlnesc **F.** sub formă de concrețiuni remaniate în Cretacicul podolic. Importante zăcăminte se găsesc în U.R.S.S., Algeria, Tunisia, Maroc, S.U.A. etc. Se exploatează, în special, în vederea preparării îngrășămintelor artificiale, folosirii în industria chimică,

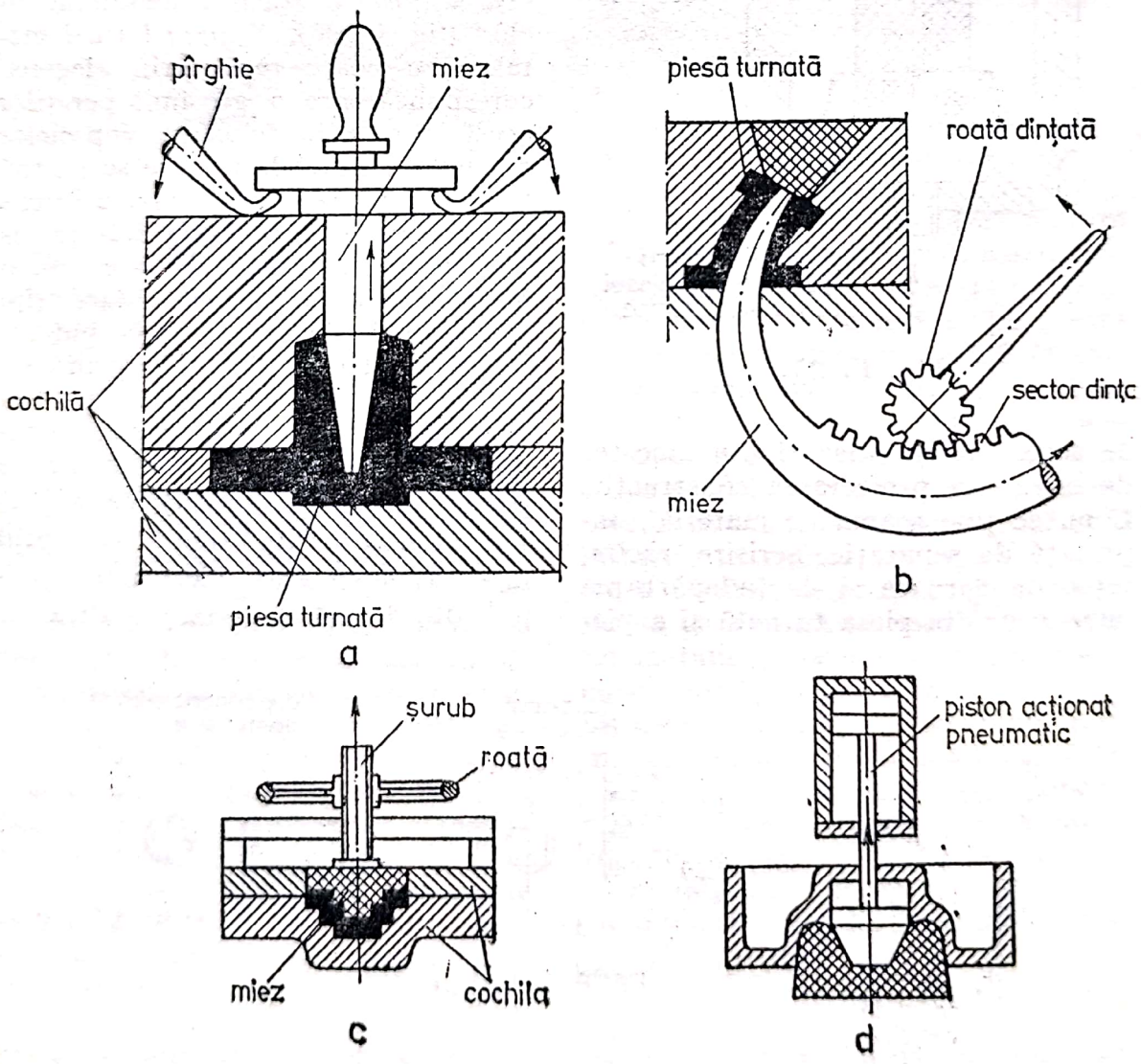



Fig. F. 27.

ceramică etc. În metalurgie, se folosește pentru elaborarea ferofosforului.

**FRITARE,** operație prin care se urmărește formarea unui monolit din materiale granulare, prin sudarea acestora la o anumită temperatură. În metalurgie, prin **F.** se definește, în special, operația pentru executarea stratului de uzură a vetrei cuptoarelor Siemens-Martin. În stratul fritat oțelul se infiltrează greu și astfel vatra rezistă bine. În cazul cînd stratul de uzură se execută din magnezită, temperatura necesară pentru **F.** este 1650°C.

**FURAN,** $C_4H_4O$, compus heterociclic cu ciclul format din patru atomi de carbon și unul de oxigen. Este un lichid incolor, cu miros slab de cloroform, solubil în dizolvanți organici. Se utilizează ca materie primă la fabricarea unor lianți pentru turnătorii (furfurol și alcool furfurilic).

**FURFUROL,** $C_5H_5O_2$, aldehidă a furanului. Se obține din produse rezultate la fabricarea celulozei. Lichid incolor, cu miros plăcut puțin solubil în apă, foarte solubil în alcool etilic și eter etilic are p.f. 161°C și densitatea 1,16 g/dm³. Polimerizează la cald (190—240°C) sau cu ajutorul catalizatorilor acizi care permit autoîntărirea la temperatura obișnuită. Pe aceasta se bazează folosirea sa ca liant, în special, în amestecurile de formare pentru executarea miezurilor-coajă în cutii calde.

**FURNAL,** cuptor vertical tip cuvă pentru elaborarea fontei din minereuri de fier, folosind drept combustibil cocs sau mangal. Datează încă din sec. XIV și provine din cuptoarele de producere a lupelor. **F.** vechi din sec. XIV—XVIII erau zidite din piatră naturală, sub forma unui bloc, cu secțiunea patrată, avînd aspectul unui trunchi de piramidă, consolidat cu centuri de fier, strînse cu pene sau șuruburi. Profilul interior era și el de secțiune patrată, format din două trunchiuri de piramidă, alcătuind cuva și etalajul și dintr-o parte cilindrică (prismatică), formînd creuzetul, părți care se regăsesc și la profilul furnalelor înalte moderne (fig. F. 28). Creuzetul era deschis, astfel că fonta și zgura curgeau continuu în bazinul deschis, de unde fonta se lua cu o lingură și se turna în blocuri. Gura **F.** era deschisă și gazele ieșeau în atmosferă. Încărcarea se făcea manual, iar aerul se sufla cu ajutorul foalelor, acționate de forța oamenilor sau

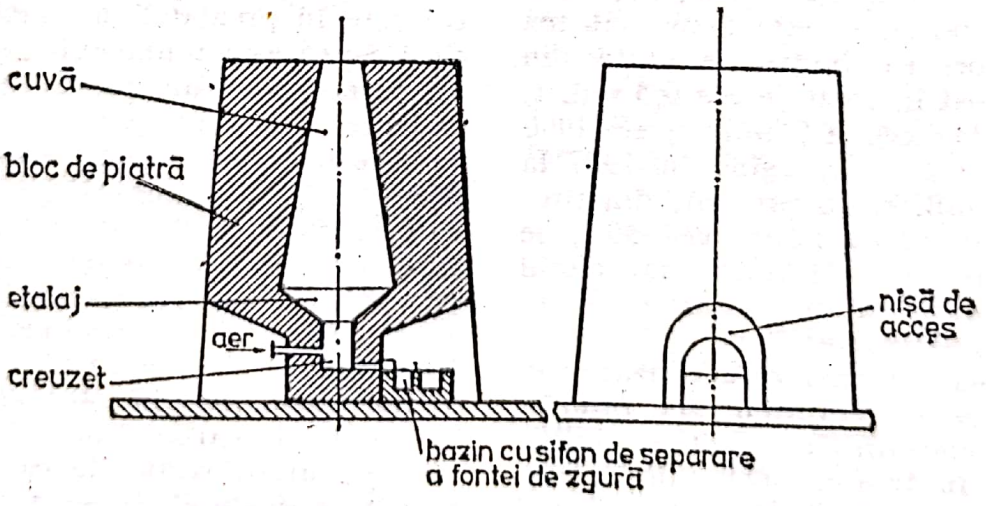



**Fig. F. 28.**

a animalelor, sau de o roată de apă. Productivitatea lor nu depășea 1,6 t fontă/zi. Pînă la mijlocul sec. XVIII drept combustibil era folosit mangalul, fapt care a condus la tăierea masivă a pădurilor, creîndu-se la un moment dat o criză de combustibil în metalurgie. În 1735 metalurgul englez A. Darby a înlocuit mangalul cu cocsul. După apariția mașinii cu abur, în anul 1762, **F.** au putut fi înzestrate cu suflante mai puternice decît foalele, cu presiune și debit mai mari. Presiunea mărită a aerului a permis construirea unor **F.** cu înălțime mai mare. Din necesitatea de a mări în consecință și dimensiunile transversale și mai ales din necesitatea de a mări debitul de aer prin folosirea unui număr mai mare de guri de vînt, s-a renunțat la secțiunea patrată și s-a introdus secțiunea rotundă. În sec. XIX, în dezvoltarea **F.** rolul principal a revenit suflării aerului cald și utilizării gazului de furnal drept combustibil. În 1829, D. Nilson a început să încălzească aerul necesar arderii combustibilului, iar în 1857, E. A. Cowper a inventat preîncălzitorul de aer cu grătar ceramic, de tip regenerativ. În această perioadă se măresc dimensiunile **F.**, se trece la un profil capabil să asigure un mers uniform, se perfecționează construcția și utilajele aferente, se crește capacitatea suflantelor. Producția de fontă din lume a fost în 1800 de cca 0,5 mil. t, în 1850 de cca 4,5 mil. t, în 1900 de 40,7 mil. t, ajungînd în 1977 la cca 600 mil. t. În prezent, din producția totală de fontă, cca 99% se obține în furnalele înalte, iar restul în furnalele cu cuvă scundă și în furnalele electrice.

**furnal înalt,** furnal caracterizat prin înălțimi mari. Profilul său interior se compune din cinci părți distincte: gură de încărcare, cuvă, pîntec, etalaj și creuzet, în fiecare parte avînd loc anumite procese fizico-chimice. Gura de încărcare, pîntecele și creuzetul sînt de formă cilindrică, iar cuva și etalajul, de formă tronconică (fig. F. 29). Zidăria furnalului se îmbracă cu o manta metalică din tablă de oțel roluită și asamblată prin sudură, blindajul furnalului. Acesta constă din virole cilindrice sau conice corespunzătoare formei zidăriei și are o grosime minimă de 28—36 mm. Are rol de etanșare, cît și de rezistență preluînd eforturile determinate de presiunea interioară a gazelor și de dilatarea zidăriei. La unele furnale, blindajul mai preia eforturi provenite din greutatea aparatului de încărcare, a conductelor de evacuare a gazului de furnal și a platformelor de lucru. Materialele solide (minereu, cocs sau mangal și fondanți) se introduc prin gura de încărcare, cu ajutorul aparatului de încărcare care permite încărcarea continuă a furnalului, fără scăparea gazelor în atmosferă (închidere etanșă cu două conuri, conul mare și conul mic). La gura de încărcare se află și conductele de evacuare a gazului de furnal. În partea inferioară a creuzetului se găsesc orificiile de evacuare a fontei și zgurei, iar la partea superioară se găsesc gurile de vînt pentru introducerea aerului necesar arderii combustibilului, adus prin conducta inelară. Aerul suflat se preîncălzește în prealabil în caupere. Deoarece procesul tehnologic ce are loc în furnal este un proces continuu, în orice moment vor exista toate stadiile de transformare a materiilor prime în fontă, zgură și gaz de furnal. În fața gurilor de vînt, cocsul încălzit pînă la incandescență datorită trecerii lui prin furnal întîlnește aerul cald suflat la temperaturi de 900—1200°C și în această zonă oxidantă, carbonul din cocs arde pînă la dioxid de carbon, $CO_2$. La aceste temperaturi dioxidul de carbon format este instabil și se transformă aproape instantaneu în oxid de car-

Scanned with OKEN Scanner

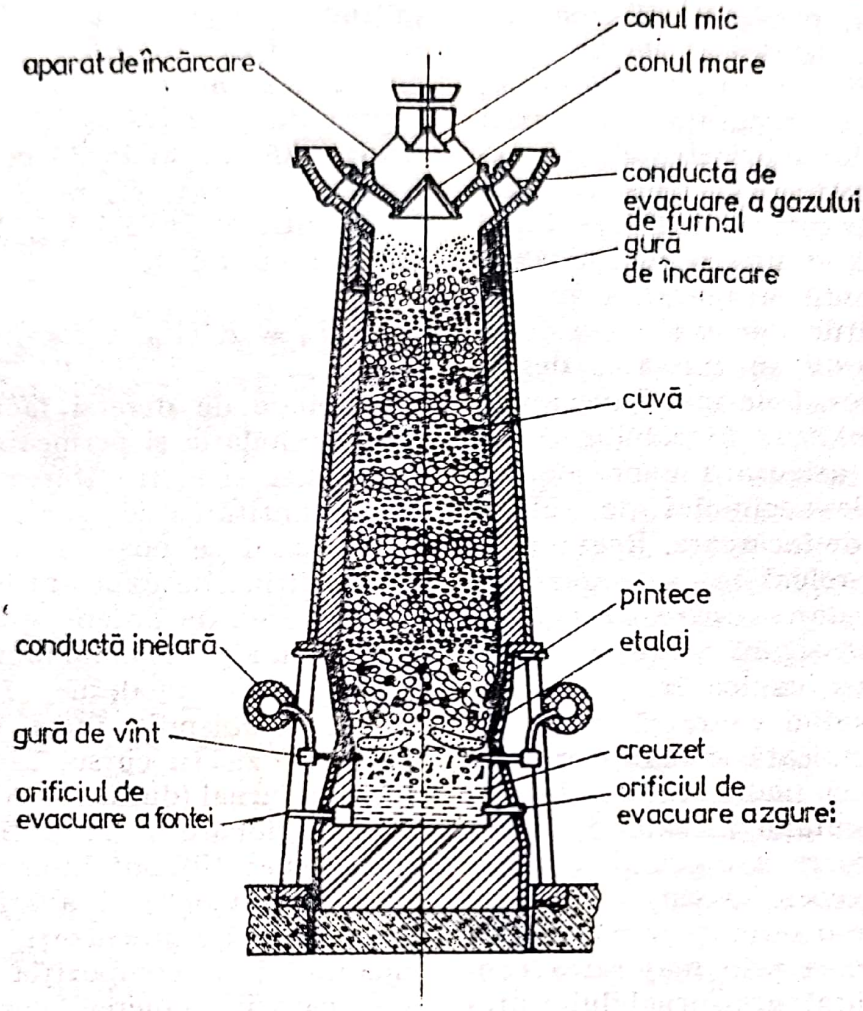



**Fig. F. 29.**

bon, CO, conform reacției Bell-Boudouard (→ *reducerea oxizilor de fier*). Temperatura de ardere a carbonului din cocs, în furnal, atinge valori foarte ridicate (1800—1900°C). Gazele formate, cu o temperatură ridicată și un conținut mare de oxid de carbon și hidrogen, trec prin coloana descendentă de materiale, reducînd oxizii de fier și în același timp cedînd o mare parte din căldură. În timpul reducerii și topirii sale, fierul dizolvă cantități importante de elemente din încărcătură (C, Si, Mn, P, S etc.), rezultînd fonta. Funcționarea furnalului în condiții optime, de → *mers uniform*, se asigură printr-o supraveghere continuă a procesului, determinînd și urmărind factorii care exprimă regimul termic, modul de coborîre a încărcăturii, repartiția gazelor reducătoare pe secțiune și înălțime, precum și calitatea produselor (compoziția chimică a fontei și a zgurei precum și aspectul acestora). O parte din factori se determină direct prin observații, o bună parte, însă, din cauză că furnalul este un agregat închis, se determină cu ajutorul aparatelor de măsură și control. În principiu, la aprecierea funcționării furnalul servește calitatea produselor, regimul termic din creuzet, exteriorizat prin aspectul gurilor de vînt și indicațiile aparatelor de măsură și control, care exprimă: regimul de suflare (debitul, temperatura și presiunea aerului suflat), modul în care decurg procesele de reducere deduse din repartiția și circulația gazelor

(temperatura, presiunea și compoziția), precum și modul de coborîre a încărcăturii. La un mers uniform, gurile de vînt prezintă un aspect uniform de luminozitate, alb incandescent, caracteristic cocsului care arde la temperatură înaltă. Privind cu mai multă atenție se văd picături de lichid (fontă și zgură), care cad printre bucățile de cocs. Cocsul incandescent este în mișcare, deplasîndu-se în jos. Cele mai bune rezultate în exploatarea furnalului se obțin în cazul asigurării unor condiții constante ale regimului de suflare și regimului de încărcare. Regimul de încărcare se referă la → *încărcătură* și la schema de încărcare. O încărcătură optimă asigură toate condițiile necesare unei exploatări corecte a furnalului, avînd ca rezultat o productivitate ridicată și indicatori tehnico-economici înalți: indice de utilizare a volumului furnalului, intensitate de ardere a cocsului, consum specific de cocs. Acest lucru este confirmat de o serie de date practice și de asemenea prin majorarea continuă în încărcătura furnalului a proporției de aglomerat și pelete. *Indicele de utilizare a volumului furnalului*, $I_u$, reprezintă cantitatea de fontă produsă în furnal în 24 ore de funcționare efectivă (producția de fontă), $P$, raportată la volumul util al furnalului, $V_u$, (volumul interior al furnalului cuprins între nivelul inferior al orificiului de evacuare a fontei, pînă la nivelul bazei conului mare al aparatului de încărcare în poziție deschisă). Se calculează cu relația: $I_u = P/V_u$, t fontă/m³·zi și depinde de intensitatea de ardere a cocsului, $I_a$, și de consumul specific de cocs, $K$, exprimat în t cocs/t fontă, putîndu-se calcula și cu ajutorul relației:

$$I_u = I_a/K$$

La furnalele moderne, $I_u$, variază, de obicei, între 1,4—2,2 t fontă/m³·zi, putînd ajunge la furnalele de capacitate mare la 2,5 t fontă/m³·zi. *Intensitatea de ardere a cocsului*, $I_a$, reprezintă cantitatea de cocs consumată în furnal în 24 ore de funcționare efectivă, $K$, raportată la volumul util al furnalului, $V_u$. Se calculează cu relația:

$$I_a = K'/V_u, \text{ t cocs/m}^3 \cdot \text{zi}$$

și depinde de diverși factori dintre care granulația și permeabilitatea încărcăturii, reductibilitatea minereurilor și cantitatea de zgură. Pentru fiecare furnal se poate stabili practic, în condițiile de exploatare existente, intensitatea de ardere optimă căreia îi corespunde consumul minim de cocs. La furnalele moderne, $I_a$, variază în mod obișnuit între 0,9—1,2 t cocs/m³ · zi. În cursul campaniei de lucru la furnal (durata — 6—10 ani — de funcționare a unui furnal între două reparații) pot interveni o serie de deranjamente și avarii, datorită unor factori neprevăzuți, cum ar fi: modificări în compoziția chimică a încărcăturii (minereu, cocs), modificări în repartiția gazelor reducătoare cauzate de defecțiunea în repartiția încărcăturii sau de acumulări de mase topite în etalaj sau la baza cuvei, modificări ale regimului termic cauzate de ex. prin intrarea unei cantități de apă în furnal etc. Deranjamentele reprezintă abateri grave de la mersul uniform al furnalului; avariile sînt accidente însoțite de deteriorări ale furnalului sau ale instalațiilor de deservire. Deranjamentele și avariile care pot interveni în cadrul campaniei de lucru la furnal sînt: → *mers cald*, → *mers rece*, → *mers greu*, → *agățarea coloanei de materiale*, lipituri, perforare de creuzet (avarie foarte gravă), explozii de gaz ce se pot produce la gura furnalului sau în rețeaua de conducte de gaz de furnal etc. Furnalul propriu-zis este supus unor solicitări de natură fi-

Scanned with OKEN Scanner

zico-mecanică, care fac ca anumite părți (sistemul de răcire, zidăria cuvei sau creuzetului etc.) să se uzeze mai mult sau mai puțin și prin ieșirea din funcțiune sau funcționare defectuoasă să întrerupă mersul normal al procesului de producție sau să ducă la înrăutățirea indicilor tehnico-economici. Utilajele principale și instalațiile anexe sînt supuse și ele unor solicitări mari, cauzate de funcționarea fără întrerupere, precum și de condițiile grele de lucru (temperatura, praf, gaze etc.). Periodic este necesară → *oprirea furnalului* pentru o durată mai scurtă sau mai lungă, după volumul reparației care urmează să fie efectuată. Unul sau mai multe furnale din cadrul unei întreprinderi metalurgice sau al unui combinat metalurgic constituie → *secția de furnale*. Furnalele moderne au volume utile cuprinse între 700—2700 m³. În octombrie 1975, la uzina Kimitsu, aparținînd firmei Nippon Steel Co. (Japonia), s-a pus în funcțiune un furnal cu un volum util de 4 930 m³ și cu o producție de 11 000 t fontă/zi. Diametrul creuzetului acestuia este de 14 m, iar prin cele 38 de guri de vînt se suflă aer preîncălzit la 1 300°C. În 1977 a fost dat în funcțiune la Krivoi Rog (U.R.S.S.) cel mai mare furnal din lume, cu un volum util de 5 000 m³, cu un diametru al creuzetului de 14,1 m și înălțimea de 110 m. Un furnal cu o producție de 11 000 t fontă/zi înregistrează următoarele consumuri:

— minereu + adaosuri. . 18 000 t/zi
— cocs metalurgic . . . 5 000 t/zi
— debit de aer . . . 550 000 m³/h
— apă . . . . . 4 000 m³/h

La gurile de vînt ale unui asemenea furnal se dezvoltă o cantitate de căldură de 100 mil. kcal/m³, echivalentă cu cantitatea de energie dezvoltată în camerele de ardere ale rachetelor.

*Furnal cu cuvă scundă*, furnal caracterizat prin înălțimi mici ale cuvei (5—7 m) și printr-o secțiune orizontală dreptunghiulară sau ovală; folosește combustibili de calitate inferioară (cocs cu rezistență mecanică slabă, neutilizabil în furnal înalt, și chiar cărbuni). Majoritatea furnalelor de acest tip, construite pînă în prezent, au un caracter experimental, unele dintre ele fiind foarte mici. Cele mai mari furnale (volum util de cca 80 m³) puse în funcțiune în anul 1955 la Calbe, în R. D. Germană, prezintă secțiunea dreptunghiulară, cu dimensiunile creuzetului de 1,6 (1,8 m) × 6,0 m, înălțimea totală de 9 m; au 12—16 guri de vînt și 3—4 aparate de încărcare cu volumul util al spațiului dintre conuri de cca 1 m³. Producerea fontei în furnale cu cuvă scundă poate prezenta interes economic în țările lipsite de cocs de furnal, dar care dispun de combustibili inferiori și ieftini.

**furnal electric**, furnal în care căldura necesară proceselor de elaborare a fontei este furnizată de arcul electric, iar consumul de cocs sau mangal se limitează la acoperirea necesarului de carbon pentru reducerea oxizilor și carburarea fontei. Primele **f. e.** au fost puse în funcțiune la începutul sec. XX și se folosesc numai în țările care dispun de minereuri de calitate superioară și de energie electrică ieftină. Pot fi: furnale electrice înalte și furnale electrice cu cuvă scundă. *Furnalul electric înalt* (fig. F. 30) constă dintr-o cuvă cilindrică cu o înălțime de cca 7—9 m și un creuzet foarte larg în care sînt introduși 6—8 electrozi. Încărcătura este formată din minereu și combustibil (de preferință mangal). Pentru ca să poată avea loc reducerea în cuvă se suflă gaz de furnal, un agent reducător, care conține 50—70% CO, 15—30% $CO_2$ și foarte puțin $H_2$, $CH_4$ și $N_2$. O treime din gazul de furnal rezultat se suflă din nou în furnal pe la partea de jos. Deși producția acestor furnale nu depășește 70—90 t fontă/zi, fontele pro-



Scanned with OKEN Scanner

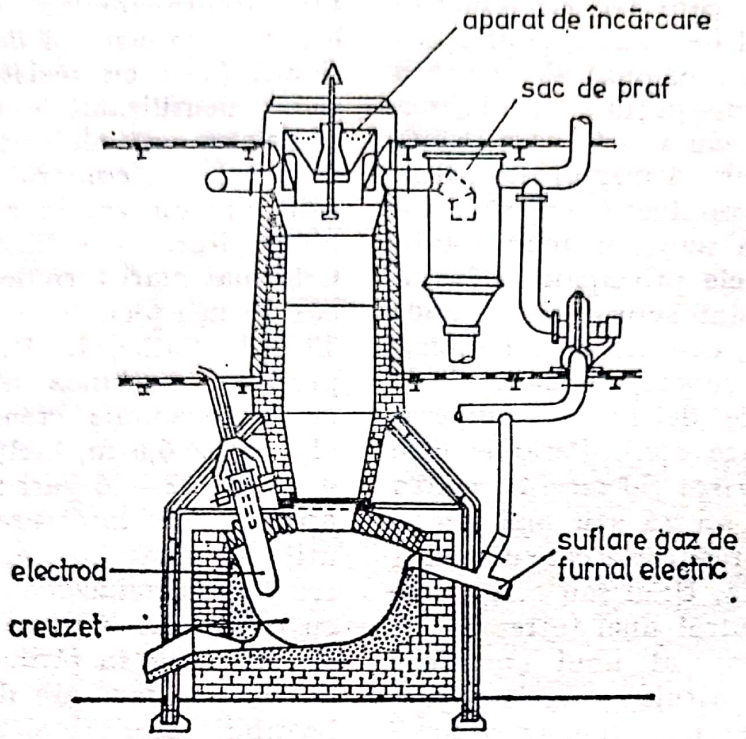



**Fig. F. 30.**

duse sînt de foarte bună calitate. Consumul de energie electrică este în medie de 2 400 kWh/t. Sînt foarte puțin răspîndite (funcționează în Suedia și Norvegia). *Furnalul electric cu cuvă scundă*, numit și *cuptorul Tysland-Hole*, s-a dezvoltat mult mai mult decît furnalul electric înalt, în prezent realizîndu-se productivități de 200—300 t fontă/zi. Cele mai mari furnale de acest tip funcționează în Norvegia, Suedia și Venezuela. Cuptorul poate avea formă alungită, cu electrozii dispuși în linie, de-a lungul axei mari, sau formă rotunjită, cu electrozii așezați în triunghi. Cei mai utilizați electrozi sînt de tip Söderberg. Este foarte flexibil în mers, putînd fi oprit și pornit într-o perioadă foarte scurtă. În acest cuptor se pot elabora și feroaliaje. Din punct de vedere al dimensiunilor constructive, un cuptor Tysland-Hole (de ex. cel de la Choindez—Suedia, care funcționează din anul 1943) are o cuvă cu un diametru interior de 8,2 m și o înălțime de 4,8 m. Se apreciază că producția anuală de fontă obținută în furnalele electrice cu cuvă scundă se ridică la 3,0 mil. t și se realizează în cca 100 cuptoare.

**FURNALIST,** lucrător calificat care participă la elaborarea fontei în furnal.

**FUZIBILITATE,** proprietate a substanțelor solide de a se topi în urma unui proces de încălzire. Se apreciază după temperatura de topire. Materialele care se topesc la temperaturi de topire joase sînt considerate *ușor fuzibile*. Cu cît temperatura lor de topire este mai înaltă, cu atît sînt apreciate ca *greu fuzibile*. În cazul cînd topirea are loc într-un interval de temperaturi (ex.: aliajele), aprecierea **F.** se face după temperatura de început de topire și, în special, după temperatura de sfîrșit de topire.

Scanned with OKEN Scanner

# G

**GALENĂ,** PbS, mineral de plumb Conține 86,6% Pb și 13,4% S; mai conține argint, aur, zinc, antimoniu, bismut, cupru și fier. Se găsește sub formă de cristale cubice, octoedrice sau în forme complexe. Are culoarea cenușiu-albăstruie și densitatea 7,4—7,6 kg/dm³. Prezintă un luciu metalic foarte puternic. Reprezintă principalul minereu de plumb. În țara noastră se exploatează la Băița, Baia Sprie, Cavnic, Rușchița, Leșul Ursului, Vișeu. Importante zăcăminte de **G.** se găsesc în U.R.S.S., R. D. Germană, Austria, S.U.A., Chile, Maroc.

**GALIT,** $CuGaS_2$, mineral de galiu, cristalizat în sistemul tetraedric. Conține 35,4% Ga. Se găsește în Africa de Sud.

**GALIU,** Ga, element metalic din grupa a III-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 31, masa atomică 69,72, valența III, I. A fost descoperit (1875) de Lecoq de Boisbaudran care i-a dat numele după vechea denumire a patriei sale (Galia). În natură se găsește în cantități mici, în unele minereuri de cupru, plumb etc. Metal rar, de culoare alb-argintie, cu o structură complexă, este foarte ușor fuzibil, cu bune conductibilități termică și electrică. Are densitate 5,907 kg/dm³, p.t. 29,78°C, p.f. 2 070°C, căldura masică (în faza lichidă) 331 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}335 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,439 Ω·mm²/m. Este un metal puțin reactiv din punct de vedere chimic, stabil la acțiunea majorității acizilor anorganici, dar se dizolvă în apă regală. La cald reacționează cu oxigenul și halogenii. Sub formă lichidă se utilizează la confecționarea termometrelor, pentru măsurarea temperaturilor cuprinse între 500 și 1 200°C. Aliat cu In, Sn, Zn este folosit la elaborarea aliajelor cu temperaturi joase de topire. Se mai utilizează ca agent de răcire în reactorii nucleari și în construcția tranzistorilor.

*METALURGIA GALIULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate a galiului. Galitul este singurul mineral de galiu. Se mai întîlnește, în special, în bauxite și în cenușa cărbunilor. Cu cît procentul de aluminiu din bauxite este mai ridicat cu atît conținutul în galiu este mai mare. În urma operațiilor de producere a aluminei prin procedeul Bayer, cca 70% din galiul existent în bauxite trece în soluția de aluminat de sodiu, sub formă de galat de sodiu, $Na_2GaO_2$. Mai poate fi extras din subprodusele rezultate în metalurgia zincului sau din alte deșeuri care-l conțin. În prima fază, se urmărește obținerea unei soluții de galat de sodiu cu o puritate cît mai avansată. Aceasta se supune electrolizei folosind anozi de nichel pur și catozi din oțel inoxidabil. Galiul care se depune la catod conține pînă la 3% impurități (Al, Zn, Fe, Cu, Ni etc.) care pot fi îndepărtate prin rafinare. Aceasta se realizează prin clorurarea galiului brut,

Scanned with OKEN Scanner

urmată de electroliza cu electrozi de platină a triclorurii de galiu, $GaCl_3$, formată, sau prin topire zonară.

**GALVANIZARE,** acoperire superficială prin electroliză, a metalelor sau aliajelor, cu un strat metalic anticorosiv. Operația se referă în special la depunerea prin electroliză, pe suprafața oțelurilor, a unui strat protector de zinc. În limbajul curent, prin **G.** se înțelege operația de acoperire a fontelor sau oțelurilor cu un strat superficial de zinc, prin imersie într-o baie de zinc topit. Înainte de introducerea lor în baia de zinc topit, produsele (table, sîrme, țevi etc.) se decapează și se trec printr-un amestec de clorură de zinc și clorură de amoniu. În timpul **G.**, baia de zinc trebuie menținută la temperatura de 450—465°C. Grosimea stratului de zinc variază între 0,01—0,07 mm. Pentru fluidificarea băii și pentru obținerea unui strat mai strălucitor în zincul topit se adaugă 0,10—0,15% aluminiu.

**GANGĂ,** produs care conține substanțe fără valoare industrială obținut în urma operațiilor de preparare mecanică a minereurilor, cărbunilor etc. Sin. *steril.*

**GARNIERIT,** $(Ni, Mg)_6 \cdot (OH)_8 \cdot (Si_4O_{10})$, mineral de nichel și magneziu, de culoare verde-albăstruie. Nu prezintă cristale, are duritatea 2—4 (scara Mohs) și densitatea 2,2—2,7 kg/dm³. Conține 4—30% Ni. Se găsește în U.R.S.S., Brazilia, Noua Caledonie, S.U.A. etc. Se folosește ca materie primă în metalurgia nichelului.

**GARNITURĂ DE MODEL,** totalitate a elementelor care contribuie la realizarea cavității în care prin turnarea metalului lichid rezultă piesa turnată, fără defecte. Se compune din elemente de bază (modelul, cutia de miez), speciale (placă-model, model schelet, șablon, pieptene) și auxiliare: plăci (de căptușire, de extragere sau combinate, de marcare), cuie de extragere și cepuri de centrare.

**GAZ DE APĂ,** combustibil gazos artificial obținut la trecerea unui curent de vapori de apă peste cărbuni incandescenți. Compoziția **G. de A.** (40—44% vol. CO și 48—50% vol. $H_2$, restul reprezentînd $CO_2$, $CH_4$ și $N_2$) variază cu natura cărbunilor folosiți și cu instalația folosită. Are puterea calorifică cuprinsă între 10 500 și 11 760 $kJ/m^3_n$.

**GAZ DE COCSERIE,** amestec de gaze combustibile rezultate ca produs secundar în procesul de cocsificare a cărbunilor. După epurare are următoarea compoziție chimică medie, în % vol.: 58,0% $H_2$, 24,0% $CH_4$, 2,0% hidrocarburi grele ($C_nH_n$), 10,0% CO, 3,0% $CO_2$ și 3,0% $N_2$. Are puterea calorifică de cca 16 800 $kJ/m^3_n$. Este utilizat ca materie primă pentru industria chimică de sinteză și drept combustibil la încălzirea cuptoarelor de cocsificare și a unor cuptoare metalurgice. Cercetări recente au demonstrat posibilitatea folosirii acestui gaz pentru reducerea directă a minereurilor de fier.

**GAZ DE FURNAL,** gaz rezultat în timpul procesului de elaborare a fontei în furnal. Compoziția sa chimică (exprimată în % vol.) în cazul furnalelor care funcționează cu cocs (fără adaos de combustibili auxiliari) este următoarea: 4—18% $CO_2$, 38—42% $CO + CO_2$, 0,1 — 0,5% $CH_4$, 1—4% $H_2$, 55—59% $N_2$. În cazul suflării de combustibili auxiliari, conținutul de hidrogen din gaz crește pînă la 5—6%. Puterea sa calorifică variază în funcție de conținuturile de CO, $H_2$ și $CH_4$ și are valori cuprinse între 3 570 și 4 620 $kJ/m^3_n$. Se utilizează integral în cadrul gospodăriei termoenergetice a întreprinderilor siderurgice.

Scanned with OKEN Scanner

**GAZ NATURAL,** amestec de hidrocarburi gazoase (alcani inferiori) care formează zăcăminte independente în scoarța pămîntului. Compoziția **G. N.** (în % vol.) din zăcămintele existente în țara noastră este următoarea: 99,18% $CH_4$, 0,60% $N_2$, 0,15% $O_2$, 0,07% $CO_2$. Dat fiind conținutul ridicat în $CH_4$, **G. N.** din țara noastră este denumit *gaz metan.* Este un gaz de mare puritate, cu o putere calorifică de 33 600—37 800 $kJ/m^3_n$. **G. N.** sînt folosite pe scară largă în industria chimică și în industria siderurgică (combustibil, la obținerea gazelor reducătoare utilizate în procesele de reducere directă etc.). Din categoria **G. N.** fac parte și gazele de sondă. Compoziția *gazelor de sondă* din țara noastră este, în % vol.: metan 71,6—80,6%, etan 6,0—8,4%, propan 4,4—7,1%, butan 3,1—3,5%, pentan 1,2—1,4%, hexan 0,5—1,3%, dioxid de carbon 3,6—6,8%, hidrogen sulfurat 0,1%.

**GAZEIFICARE,** transformare a combustibililor solizi în combustibili gazoși prin oxidare parțială cu ajutorul aerului, vaporilor de apă sau al unui amestec de aer și vapori de apă în gazogene. Combustibilul gazos rezultat se numește *gaz de gazogen, gaz de apă* sau *gaz mixt,* în funcție de agentul de gazeificare folosit (aer, vapori de apă sau aer + vapori de apă).

**GAZOGEN,** instalație pentru transformarea unui combustibil solid în gaze combustibile. Este constituită dintr-o incintă metalică căptușită cu material refractar, prevăzută în partea inferioară cu un grătar, iar în partea superioară cu un dispozitiv de încărcare a combustibilului solid. Agentul de gazeificare (aer, vapori de apă) este introdus pe la partea inferioară, astfel încît gazele de ardere străbat întreaga masă de combustibil. Gazele rezultate sînt eliminate printr-o deschidere practicată în peretele **G.,** deasupra stratului de combustibil solid.

**GAZ REDUCĂTOR,** gaz format din componente cu caracter reducător ($H_2$, CO, $CO + H_2$ sau $CH_4$) într-o astfel de proporție încît să permită efectuarea reacției de reducere a oxizilor metalici, mai frecvent, a oxizilor de fier. În afară de componentele reducătoare mai poate conține componente cu caracter oxidant ($CO_2$, $H_2O$ sau $O_2$) sau cu caracter neutru ($N_2$). Capacitatea de reacție a gazului reducător se apreciază în funcție de gradul de oxidare și de titru în hidrogen. *Gradul de oxidare a gazului reducător* reprezintă raportul dintre compușii oxidanți și suma compușilor oxidați și a componentelor cu caracter reducător pe care îi conține un agent reducător gazos. Pe baza analizei chimice, exprimată în % volumetrice, gradul de oxidare a unui **G. R.,** $\eta_{CO_2 + H_2O}$, care conține CO și $H_2$, se calculează cu relația:

$$\eta_{CO_2 + H_2O} = \frac{H_2O + CO_2}{H_2O + CO_2 + CO + H_2}.$$

*Titrul în hidrogen,* $\eta_{H_2}$, reprezintă raportul dintre conținutul de hidrogen și suma tuturor componenților cu caracter reducător dintr-un agent reducător gazos. În cazul cînd un **G. R.** conține CO și $H_2$, pe baza compoziției chimice exprimate în % volumetrice, titru în hidrogen se determină cu ajutorul relației

$$\eta_{H_2} = \frac{H_2}{H_2 + CO}.$$

În mod frecvent obținerea **G. R.** folosit la procedeele de reducere directă a minereurilor de fier se bazează pe conversia termică și mai ales pe conversia catalitică a hidrocarburilor gazoase, gazul metan

Scanned with OKEN Scanner

fiind cel mai utilizat în acest scop. **conversia catalitică a hidrocarburilor gazoase** se folosește pentru oxidarea parțială a hidrocarburilor gazoase la temperaturi scăzute, de obicei sub 1 100°C în prezența nichelului pe suport ceramic, în vederea obținerii unui gaz cu un conținut ridicat de CO și $H_2$.
**conversia termică a hidrocarburilor gazoase** realizează oxidarea parțială a hidrocarburilor gazoase la temperaturi ridicate (peste 1 400°C) în vederea obținerii unui gaz cu un conținut ridicat de CO și $H_2$.
**metode de obținere a G. R. din metan:** 1) *Conversia metanului cu aer* constă în oxidarea parțială a metanului cu aerul în conformitate cu reacția: $CH_4 + 0{,}5O_2 + 1{,}88N_2 = CO + 2H_2 + 1{,}88N_2$. Raportul între reactanți (aer/$CH_4$) se menține la aproximativ 2,4 pentru a rezulta un gaz care să conțină un procent ridicat de CO + $H_2$. În funcție de raportul dintre reactanți, compoziția chimică a gazului rezultat variază după cum reiese din fig. G.1. Pentru producerea unui gaz cu proprietăți reducătoare, domeniul diagramei se limitează la raportul aer/metan ~ 3,8. 2) *Conversia metanului cu dioxid de carbon* urmărește oxidarea parțială a metanului cu dioxidul de carbon la temperaturi de cca 1 000°C, în prezența unor catalizatori care conțin nichel, conform reacției: $CH_4 + CO_2 = 2H_2 + 2CO$. Gazul obținut conține oxid de carbon și hidrogen, în proporții egale. Metoda se aplică în special la obținerea gazelor pentru reducerea directă a minereurilor de fier. 3) *Conversia metanului cu vapori de apă* realizează oxidarea parțială a metanului cu vapori de apă la temperaturi cuprinse între 700 și 800°C, în prezența unor catalizatori care conțin nichel, conform reacției: $CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$. Gazul rezultat are un conținut ridicat de hidrogen. Se utilizează la obținerea gazelor pentru reducerea directă a minereurilor de fier.

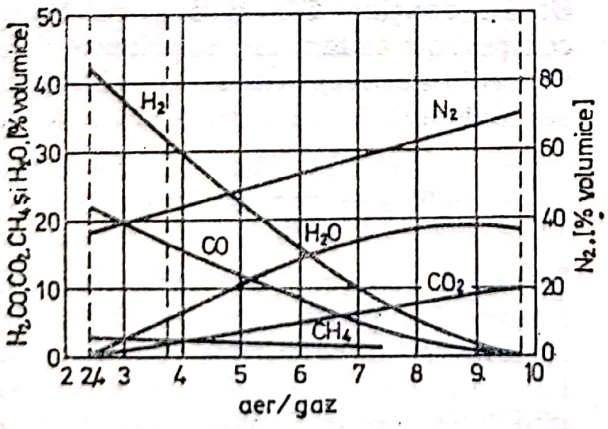



**Fig. G. 1.**

**G. R.** mai poate fi obținut și prin gazeificarea combustibililor solizi. Unul din procedee, *procedeul Koppers-Totzek*, produce agenți reducători gazoși prin gazeificarea combustibililor solizi cu un amestec de oxigen și vapori de apă. Conform acestui procedeu, **G. R.** se obțin prin arderea incompletă a prafului de cărbune cu oxigen și vapori de apă într-o cameră de combustie.

**GÂDEA, SUZANA** (n. 29 sept. 1919, Întorsura Buzăului), inginer chimist metalurgist român. Profesor doctor docent în științe (1970) la Institutul Politehnic din București (tema tezei de doctorat: *„Cercetări asupra durificării aliajelor de aluminiu"*). Membru corespondent al Academiei R. S. România (1974), membru de onoare al Academiei Franceze de Științe, specialitatea chimie-fizică (1970), membru al Institutului „Iron and Steel" (Anglia, 1968), vicepreședinte al Comisiei Internaționale de Microscopie Electronică (1973). Cercetări în domeniul metalurgiei fizice și tratamentelor termice și termochimice. A publicat peste 150 de lucrări din domeniul aliajelor de aluminiu, privind comportarea la coroziune și deformabilitatea lor, durificarea soluțiilor solide de aluminiu cu siliciu, zinc, mangan, crom, argint.

Scanned with OKEN Scanner

**Op. pr.:** *Metalurgia fizică* (1954); *Studiul metalelor și aliajelor* (1958); *Metalurgia pulberilor* (1960); *Metalurgia fizică* (1961); *Studiul topiturilor* (1962); *Metalurgia fizică a semiconductorilor* (1963, în colab.), *Aliaje neferoase* (1965, în colab.), *Metale rare și semiconductoare* (1967); *Metalurgia fizică a materialelor semiconductoare* (1968, în colab.), *Solidificarea direcționată a aliajelor de aluminiu* (1968); *Teorii asupra oboselii materialelor metalice* (1972); *Manualul inginerului metalurg* (coordonator general al vol. I, 1978), *Metalurgie fizică și studiul metalelor* (1979, în colab.).

**GENERATOR DE ATMOSFERĂ CONTROLATĂ,** instalație de producere a→*atmosferelor controlate* pentru tratamente termice.

**generatorul de atmosferă controlată de tip endoterm,** (fig. G.2), se compune din: instalația de dozare și vehiculare a amestecului aer-gaz; retorta de reacție cu catalizator pe bază de oxid de nichel; cuptorul pentru încălzirea retortei, prevăzut cu aparate pentru măsurarea și reglarea temperaturii; răcitorul cu apă pentru răcirea atmosferei controlate.

**generatorul de atmosferă controlată de tip exoterm,** (fig. G.3), se compune din următoarele părți: instalația de dozare și vehiculare a amestecului aer-gaz; camera de ardere; spălătorul cu duș de apă pentru răcire; instalație de purificare. Instalația de purificare cuprinde coloanele cu site moleculare, care înlătură apa provenită de la reacția de ardere a hidrocarburilor și de la spălare, precum și a $CO_2$ format prin ardere. După purificare gazul este trimis la cuptorul pentru tratament termic în atmosfere controlate.

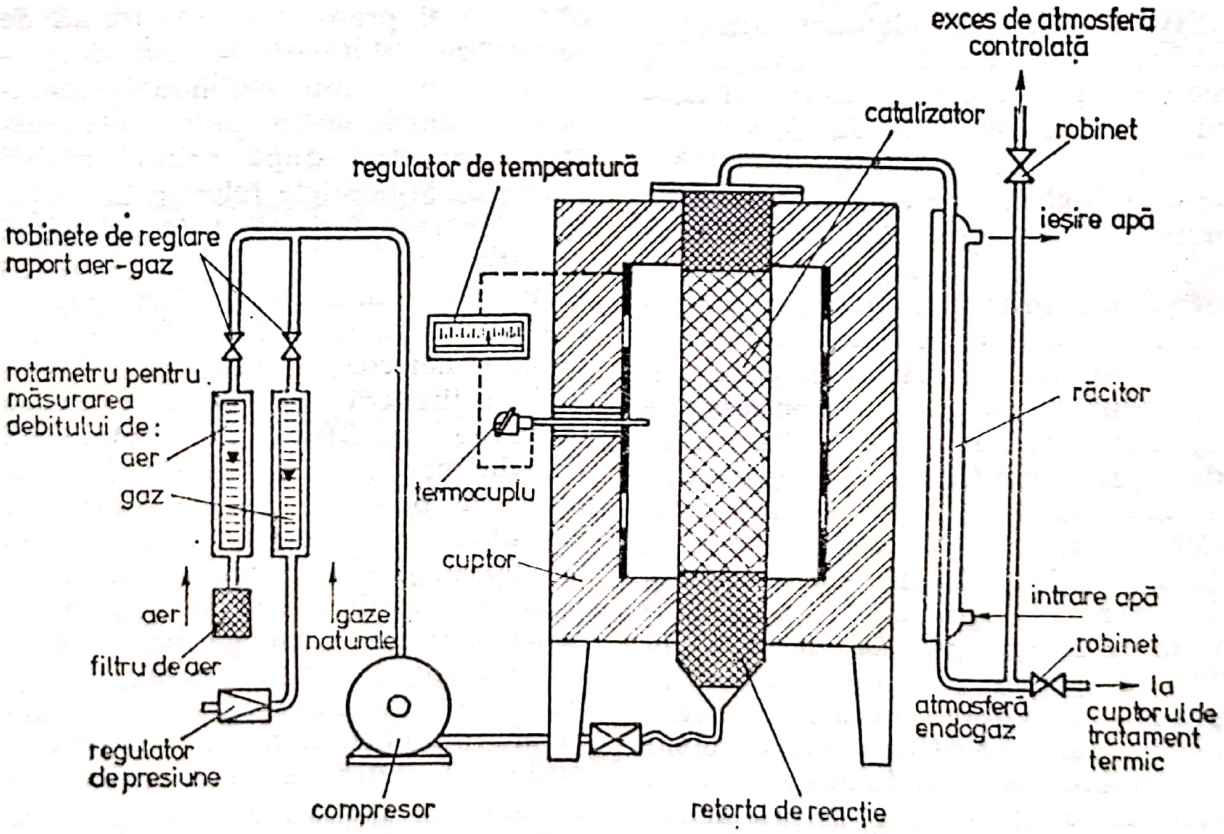



**Fig. G. 2.**

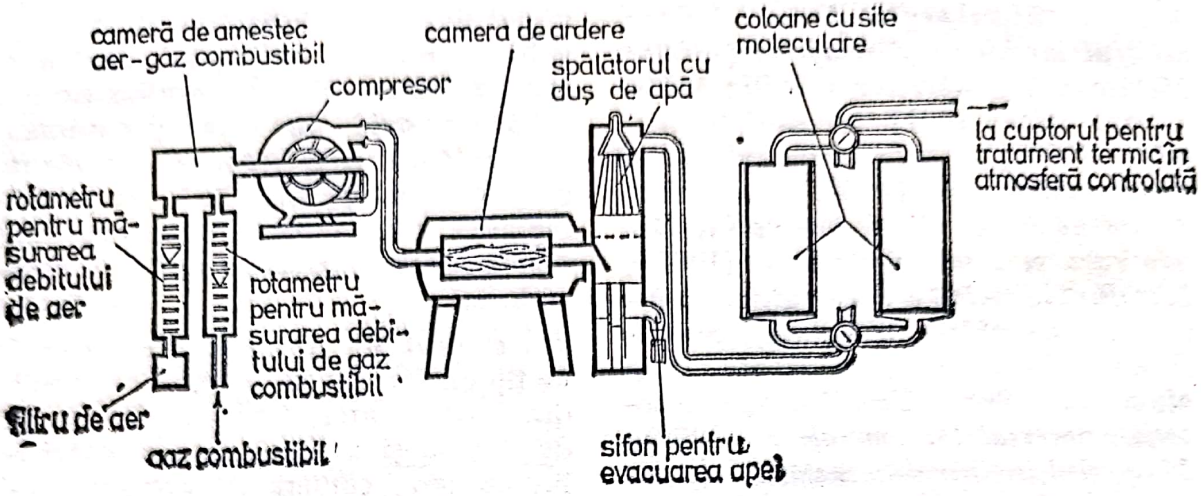



**Fig. G. 3.**

**GERMANIT,** $Cu_3(Ge, Fe)S_4$, mineral complex de cupru, germaniu și fier cristalizat în sistemul cubic. Prezintă culoarea violet-roz, are duritatea 3 (scara Mohs) și densitatea 4,60 kg/dm³. Conține 8—10% Ge. În țara noastră se găsește la Ilva, Baia Borșa și Crăciunești. Se găsește în cantități mari în Namibia.

**GERMANIU,** Ge, element semimetalic din grupa a IV-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 32, masa atomică 72,59, valența IV, II. A fost descoperit (1886) de C. Winkler, care l-a denumit după numele patriei sale. Se găsește foarte puțin răspîndit în natură în arghirodit și germanit; face parte din categoria elementelor rare. Este alb-argintiu și cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate cu o rețea cristalină de tip diamant; nu prezintă alte forme alotropice. Dur ($HB = 190$) și casant, G. are densitatea 5,36 kg/dm³, p.t. 959°C, p.f. 2 700°C, căldura masică (la 20°C) 310 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}63 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 50 Ω·cm. Este puțin activ din punct de vedere chimic. În stare foarte pură constituie un excelent semiconductor. Conductibilitatea sa electrică crește mult cu temperatura, iar proprietățile sale semiconductoare sînt mult îmbunătățite atunci cînd conține ca impurități P și Al. Se folosește în radiotehnică la fabricarea diodelor de comutație, a tranzistoarelor într-o gamă largă de puteri și frecvențe, a detectoarelor de radiații etc.

*METALURGIA GERMANIULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate a germaniului. Reprezintă un domeniu mai nou în metalurgie, aplicarea în practica industrială începînd după primul război mondial. Mineralele folosite în metalurgia germaniului sînt în principal arghiroditul și germanitul. Deoarece germaniul se mai găsește în: ilmenit, cromit, cărbuni și în sulfurile unor metale neferoase (zinc, plumb) se mai utilizează ca materii prime deșeurile rezultate în metalurgia zincului precum și subprodusele obținute în procesul de cocsificare a cărbunilor (gudroane, cenuși, ape amoniacale). În urma prelucrării acestor materii prime se obține un concentrat în care germaniu este prezent sub formă de dioxid, $GeO_2$. Prin dizolvarea concentratului de germaniu în acid clorhidric, la temperatura de 110—120°C, se formează tetraclorura de germaniu, $GeCl_4$, care, la această temperatură, distilă sepa-

rîndu-se de restul impurităților rămase în soluție. Tetraclorura de germaniu se purifică apoi prin distilare fracționată, după care, se supune unui proces de hidroliză în urma căruia rezultă dioxidul de germaniu, conform reacției: $GeCl_4 + 2H_2O = GeO_2 + 4HCl$. Prin reducerea cu hidrogen a dioxidului de germaniu se obține germaniu metalic sub formă de pulbere. Operația are loc într-un cuptor tubular, la 650°C. Pulberea se topește în curent de hidrogen la 1100°C, iar metalul lichid se toarnă sub formă de lingouri. Metalul obținut, cu puritatea de 99,99% Ge, se supune unei rafinări prin topire zonară pentru a putea fi utilizat la fabricarea semiconductorilor.

**GERMENE,** centru de cristalizare sau recristalizare format din atomi ordonați în rețeaua cristalină a viitorului cristal, la răcirea metalului lichid puțin sub temperatura de topire. În procesul de cristalizare apar **G.** de diferite mărimi (nu toți au însă capacitate de a crește) care cresc, dînd naștere la grăunți cristalini.

**GILCHRIST, PERCY CARLYLE** (n. 27 dec. 1851, Lyme Regis — m. 15 dec. 1935, Londra), metalurg britanic. Cercetări și publicații în domeniul metalurgiei fontei și oțelului. A studiat metodele de defosforare a fontelor. Împreună cu Sidney G. Thomas a descoperit (1875) metoda bazică sau procedeul Thomas-Gilchrist de elaborare a oțelului din fonte fosforoase în convertizoare Thomas.

**GIPS (GHIPS),** ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$), mineral; sulfat de calciu hidratat. Se prezintă în natură sub forma unor mase cristaline diferit colorate: alb, incolor, cenușiu, galben arămiu, negru, brun și roșu datorită unor impurități mecanice (mase argiloase, nisip, sulfuri etc.). Prin încălzire la diferite temperaturi **G.** pierde apa de cristalizare și se transformă în:
— ipsos ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$), între 125 și 150—160°C;
— anhidrit ($CaSO_4$), între 150—160°C și 250—300°C;
— ipsos hidraulic, între 250—300°C și 450—550°C, din ce în ce mai puțin solubil în apă;
— anhidrit practic insolubil, între 450—550°C și 1 000°C. *Ipsosul* prezintă modificațiile alotropice α și β ale căror caracteristici sînt prezentate în tabelul 11. Ipsosul în care modificația α depășește 50% se utilizează în turnătorii, pentru executarea formelor în vederea turnării și a modelelor.

*Tabelul 11*

| | Densitatea kg/dm³ | Solubilitatea în apă (la 20°C) $gCaSO_4$/100 cm³ | Timp de priză (min) | Dilatarea în timpul prizei (mm/m) | Rezistența la tracțiune după 1h, daN/cm² | | Rezistența la compresiune după uscare în etuvă (daN/cm)² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | în stare umedă | în stare uscată (în etuvă) | |
| Modificația α | 2,75 | 0,63 | 15—20 | 2,8 | 35 | 65 | 560 |
| β | 2,63 | 0,74 | 25—35 | 1,6 | 6,6 | 13 | 56 |

**GLAZURARE,** formare a unei glazuri pe suprafața interioară a căptușelii refractare a unui cuptor. Se poate obține în cazul materialelor refractare cu conținut ridicat de $SiO_2$ (de ex.: cărămizi de silica).

**GLAZURĂ,** strat subțire de cristobalit, cu aspect lucios, care se poate forma prin încălzire pe suprafața materialelor refractare silicioase.

**GLOBULIZARE,** proces prin care anumite faze separate din soluție solidă suprasaturată tind a lua forme apropiate de sferă sau globule. Are loc datorită micșorării energiei interfazice și decurge la temperaturi relativ înalte. Importanță deosebită are globulizarea cementitei din perlită (amestec mecanic lamelar de ferită și cementită); în urma procesului, perlita lamelară devine globulară, având ca efect micșorarea durității și a rezistenței și creșterea plasticității. **G.** se realizează prin tratament termic de recoacere prin menținere îndelungată la temperaturi apropiate de $A_1$ sau prin încălzire ciclică (încălzire și răcire în jurul acestei temperaturi). Procesul poate fi accelerat prin deformare sau călire prealabilă. Se aplică, în special, la oțelurile cu conținut mare de carbon și la oțelurile de scule și se folosește pentru îmbunătățirea prelucrării prin așchiere și, de asemenea, pentru pregătirea structurii la călire.

**GRAFIT,** modificație a carbonului nativ, cu rețea hexagonală. Se prezintă sub forma unei mase cenușii, opace și este anizotrop. Are densitatea 2,230 kg/dm³, densitatea 1 (pe scara Mohs), p.t. 3850 ± 50°C, explicat prin marea forță de legătură a atomilor din același plan. Este bun conducător de electricitate (rezistivitatea $0{,}42 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot mm^2/m$), magnetoanizotrop, rezistent la acizi; se oxidează la temperaturi înalte. În structura fontelor cenușii se află sub formă de lamele (filamente), vermiculară, de cuiburi și nodulară. Se găsește sub formă de zăcăminte în U.R.S.S., R.S.C., Austria, R. F. Germania, Finlanda, Sri Lanka. Se folosește în metalurgie ca material refractar (forme de turnare, creuzete pentru topirea metalelor, vopsele de turnătorie etc.).

**GRAFITIZARE,** proces de separare, la temperaturi înalte, a grafitului din combinații chimice ale carbonului în aliaje de Fe, Ni, Cr ș.a. Procesul este accelerat ridicînd temperatura, prin călire, deformare, iradiere. În oțeluri separarea grafitului determină scăderea caracteristicilor mecanice (rezistența și plasticitatea), dar și creșterea rezistenței la uzură, prin îmbunătățirea condițiilor de ungere. **G.** este mult folosită la obținerea fontelor maleabile (→ *maleabilizare*) și mai rar la oțelurile pentru lagăre și pentru matrițare. Pentru accelerarea procesului se introduce de obicei Si sau, mai rar, Al. În cazul aliajelor folosite pentru fabricarea sculelor așchietoare, a arcurilor, cazanelor ș.a. pentru evitarea **G.** (nefavorabilă în exploatare) se adaugă elemente care cresc stabilitatea carburilor (Cr, Mn ș.a.). Denumirea se extinde în cazul aliajelor Fe—C și la separarea grafitului direct din topituri, din soluții suprasaturate în carbon, la solidificare și răcire ulterioară.

**GRAMPĂ, SEPARATOR DE ZGURĂ.**

**GRANULARE,** operație secundară de sfărîmare a materialului solid care se realizează cu ajutorul concasoarelor și morilor în vederea asigurării granulației necesare procesului tehnologic de extracție sau aplicării unor operații de preparare ulterioară. În funcție de tipul mașinii de sfărîmare, natura și dimensiunile materialului, poate fi: brută sau fină. Prin *granulare brută*, gra-

nulele de material cu dimensiuni de 125—25 mm sînt aduse la dimensiuni de 25—5 mm, iar prin *granularea fină*, granulele cu dimensiuni de 30—6 mm sînt aduse la dimensiuni de 5—1 mm.

**GRANULĂ,** parte constitutivă a unui material solid, granular, oricare ar fi dimensiunile ei.

**GRANULOZITATE,** repartiție procentuală a granulelor, după mărimea lor. Sin. *distribuție granulometrică.*

**GRĂTAR DE DEZBATERE,** dispozitiv acționat prin scuturare sau vibrare; folosit la dezbaterea formei (fig. G.4). Mișcarea (realizată mecanic sau pneumatic) transmisă formei așezată pe **G. de D.** determină căderea amestecului prin ochiurile acestuia. Pe grătarul diferitelor instalații cu scuturare se pot încărca forme de diferite greutăți (4—100 kN și chiar mai mult).

**GRĂUNTE,** cristal cu formă neregulată rezultat din procesul de creștere a germenilor de cristalizare în cursul solidificării, pe diferite direcții, pînă la întîlnirea cu alte cristale în creștere. Mărimea **G.** cristalini influențează proprietățile materialului metalic; cu cît grăunții sînt mai mici (structură fină) cu atît caracteristicile mecanice sînt mai mari. Prin dirijarea procesului de formare a cristalelor se pot modifica în limite mari proprietățile materialului metalic. **G.** obținut la cristalizarea metalelor sau aliajelor în stare lichidă se numește

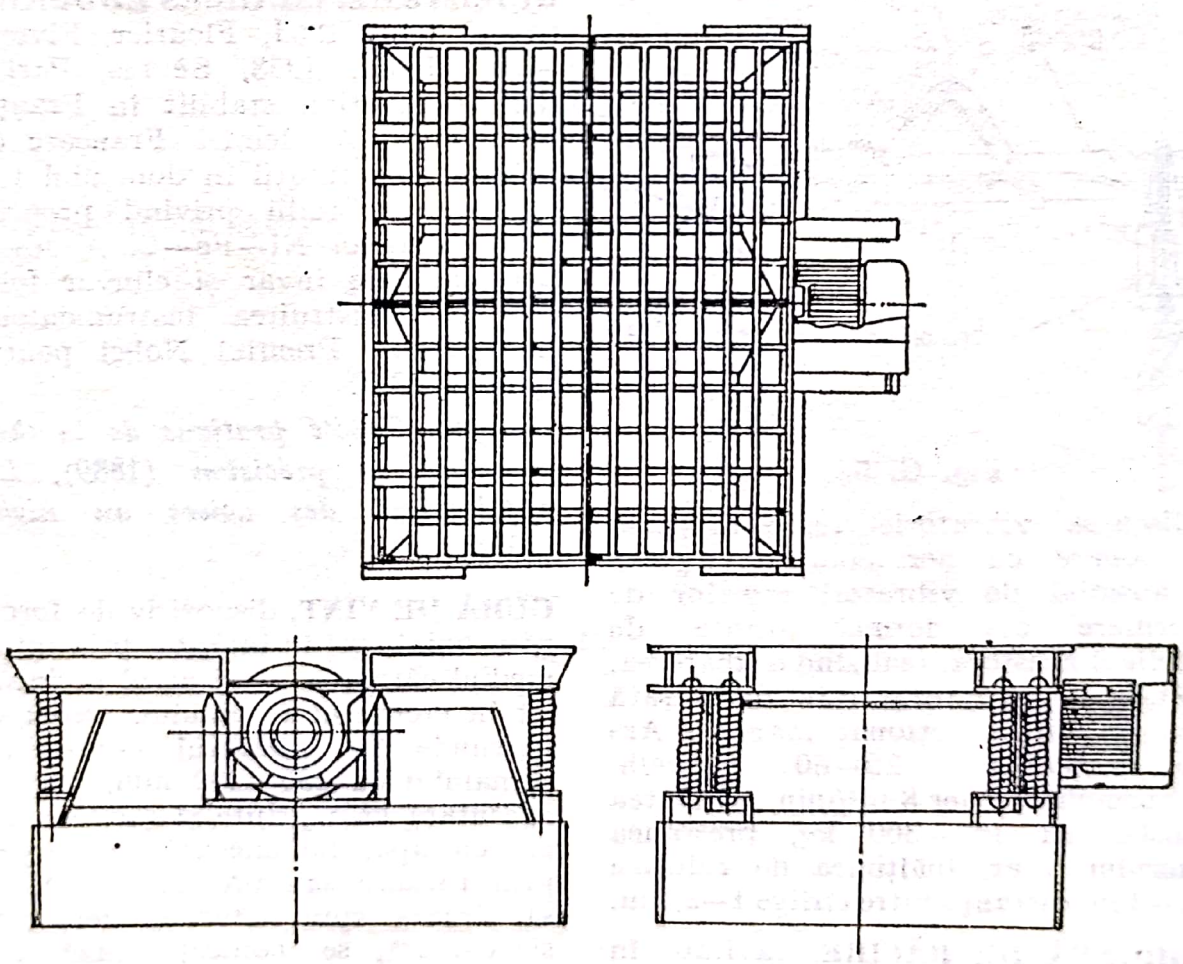


**Fig. G. 4.**

*grăunte primar*, iar cel obținut prin transformare în stare solidă sau la recristalizare, *grăunte secundar*.

**GREINER, FRIEDRICH EBERHARD (FRITZ)** (n. 7 sept. 1867, Weingarten — m. 26 aug. 1936, Stuttgart), inginer german. A perfecționat procedeele de turnare a blocului cilindrilor pentru automobile și avioane. Studii privind rezistența la acizi a fontelor și a aliajelor de aluminiu turnate. A perfecționat, împreună cu I. Klingenstein, diagrama privind influența vitezei de răcire a pieselor turnate din fontă cenușie asupra structurii acestora (*diagrama Greiner-Klingenstein*).

**GRINDĂ VIBRANTĂ,** instalație folosită la dezbaterea formelor de mărime medie și mare, cu nervuri de întărire la rama inferioară (fig. G.5).

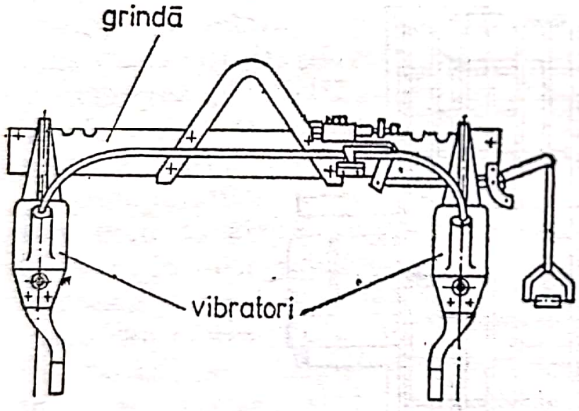



**Fig. G. 5.**

Mișcarea vibratorie realizată prin acționare cu aer comprimat este transmisă de vibratori ramelor de formare ale formei prinse de cîrligul acestora, realizînd dezbaterea. Mișcarea vibratorie este declanșată cu un mîner acționat manual. Are productivitatea 20—60 forme/h, consumul de aer 8 $m^3$/min, greutatea instalației 100—300 kg, presiunea aerului 6 at, înălțimea de ridicare 1—3 m, distanța între cîrlige 1—2,5 m.

**GROAPĂ DE RĂCIRE,** cavitate în sol în care se introduc piese mari, după prelucrare plastică la cald, pentru a asigura răcirea lentă a acestora în vederea împiedicării, pe cît posibil, a apariției unor condiții (tensiune internă mare, fulgi etc.) generatoare de defecte (deformări, fisuri, structuri necorespunzătoare etc.). Pentru a micșora și mai mult viteza de răcire piesele se acoperă cu cenușă sau nisip.

**GROAPĂ DE TURNARE,** spațiu de lucru special amenajat, sub nivelul halei de turnare, unde se amplasează utilajele de turnare a unui metal sau aliaj. Termenul este folosit, mai ales, în metalurgia oțelului, în **G. de T.** montîndu-se lingotierele împreună cu podurile de turnare în care se fac turnarea și solidificarea oțelului.

**GUILLAUME, CHARLES EDOUARD** (n. 15 febr. 1861, Fleurier, Elveția — m. 13 iun. 1938, Sèvres, Paris), fizician elvețian stabilit în Franța. Membru al Academiei Franceze de Științe. Contribuții în domeniul termometriei. Studii privind proprietățile aliajelor Ni—Fe—C. A descoperit aliajele invar și elinvar folosite la construirea instrumentelor de precizie. Premiul Nobel pentru fizică (1920).

**Op. pr.:** *Traité pratique de la thermométrie de précision* (1889), *Les applications des aciers au nickel* (1898).

**GURĂ DE VÎNT,** dispozitiv de formă tronconică, gol în interior, prin intermediul căruia se suflă aerul preîncălzit în creuzetul furnalului. Deoarece pătrunde în interiorul creuzetului furnalului cu 200—300 mm, trebuie executată cu îngrijire și răcită energic cu apă. Se execută din cupru prin turnare sau presare; armătura sa situată spre exterior, denumită și carcasă, se confecționează din fontă avînd în interior o spirală

din țeavă de oțel înglobată la turnare. Aerul pătrunde în **G. de V.** de la conducta inelară a furnalului (fig. G.6). Numărul **G. de V.** depinde de mărimea furnalului și de condițiile de funcționare ale acestuia; el crește de la 10, pentru diametre ale creuzetului de 3,5—4 m, la 20—38 pentru diametre ale creuzetului de 9—14 m. Diametrul lor variază în limitele 150—230 mm, urmărindu-se realizarea unei viteze de intrare a aerului în creuzet de ordinul a 100—200 m/s.

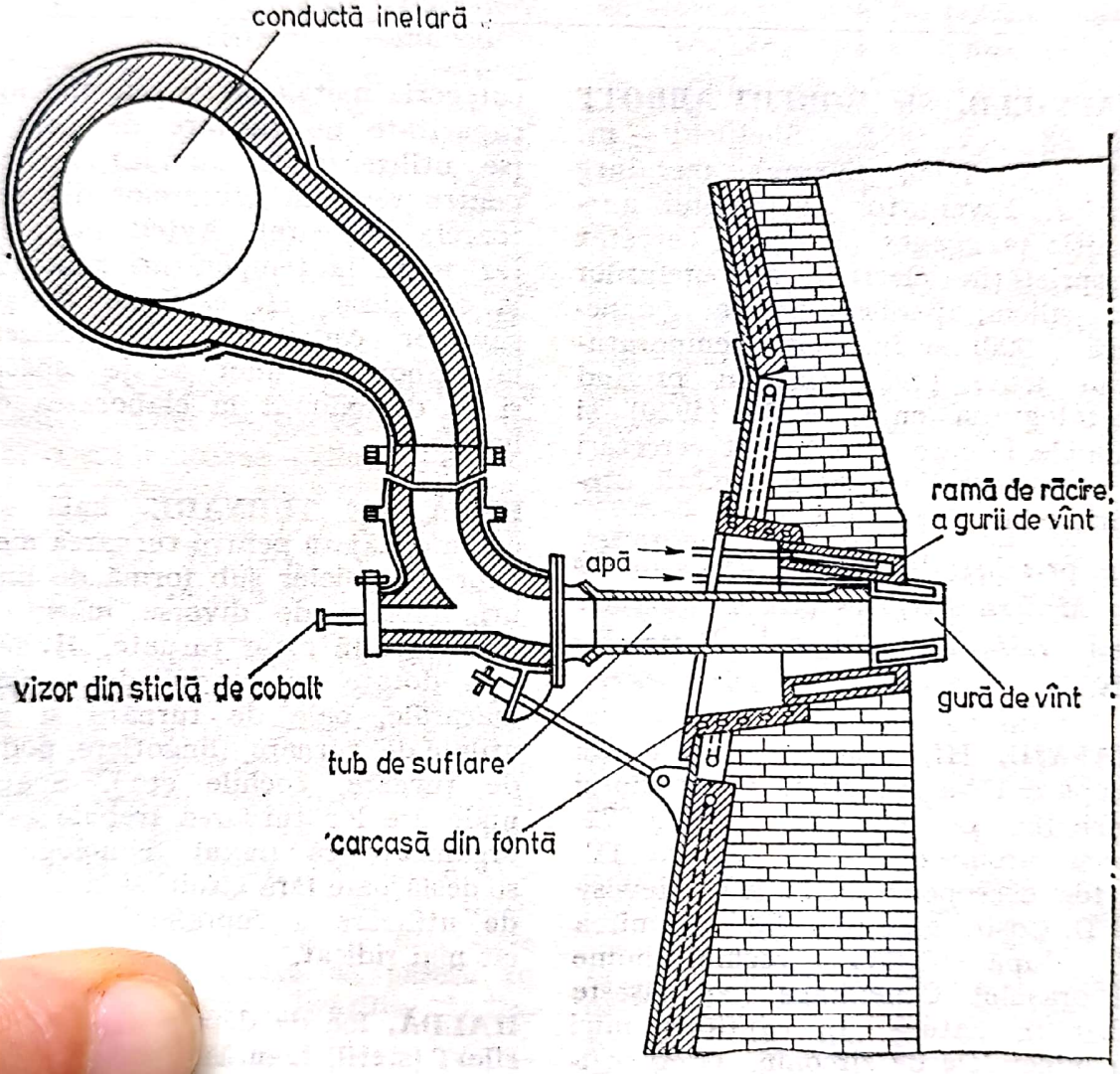



**Fig. G. 6.**

# H

**HADFIELD, Sir ROBERT ABBOTT** (n. 28 nov. 1858, Sheffield — m. 30 sept. 1940, Surrey), metalurg englez. Inventator al oțelului austenitic manganos (1883). A cercetat proprietățile electrice ale oțelurilor cu siliciu, permeabilitatea magnetică (1900) și influența temperaturilor joase (1921). Studii privind metalografia cu raze X (1920) și aliajele feroase. A efectuat cercetări asupra coroziunii și deformării oțelurilor la viteze mari.

**Op. pr.:** *Metallurgy and its Influence on Modern Progress* (1925); *Faraday and His Metallurgical Researches* (1931).

**HAFNIU,** Hf, element metalic din grupa a IV-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 72, masa atomică 178,49, valența IV. A fost descoperit (1923) de G. Hevesy și D. Coster care i-au dat denumirea **H.,** după *Hafnia* — vechiul nume al orașului Copenhaga. Se găsește liber în natură, în cantități mici în mineralele de zirconiu. Greu fuzibil, de culoare alb-argintie, **H.** este un metal dimorf cristalizînd atît în sistemul hexagonal compact cît și în sistemul cubic cu volum centrat. Are densitatea 13,3 kg/dm³, p.t. 2200°C, p.f. 3 200°C și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,32 1 Ω·mm²/m. Puțin reactiv din punct de vedere chimic (se comportă asemănător cu zirconiul), posedă proprietăți mecanice foarte bune. **H.** face parte din categoria metalelor cu cea mai mare capacitate de captare de neutroni (se utilizează în tehnica nucleară pentru reglarea proceselor din reactoarele nucleare). Avînd în vedere rezistența la temperaturi ridicate și la coroziune, **H.** este un material superior cadmiului. Se utilizează la elaborarea unor aliaje speciale și ca dezoxidant la elaborarea oțelurilor.

**HALĂ DE TURNARE,** hală special amenajată pentru turnarea metalelor și aliajelor sub formă de lingouri, blocuri de diverse mărimi și forme sau în piese turnate. **H. de T.** sînt dotate cu mașini de turnare, macarale, oale de turnare și alte utilaje de turnare (lingotiere, poduri de turnare, cochile etc.). Spațiile unde are loc turnarea trebuie astfel organizate ca fluxul tehnologic să se desfășoare fără gîtuiri și la un grad de utilizare a suprafeței de lucru cît mai ridicat.

**HALDĂ,** loc de depozitare a deșeurilor (steril, zgură, nămoluri etc.) rezultate din diferite procese metalurgice.

**HASTELLOY,** grupă de aliaje Ni—Mo—Fe sau Ni—Mo—Cr—Fe, care cuprinde mărcile: hastelloy A (16—30% Mo, 7—20% Fe, 2% Mn, rest % Ni), hastelloy B (16—30% Mo, 7—20% Fe, rest % Ni) și hastelloy C (16 — 30% Mo, 12—16% Cr, 5% W, rest % Ni). Se carac-

Scanned with OKEN Scanner

terizează prin rezistență la coroziune în acizi minerali. Caracteristici mecanice: $\sigma_r = 30 - 36$; $\delta = 6 - 15\%$; $HB = 155-230$ daN/mm²; $KCU = 1,2-4,8$ daNm/cm². Se utilizează la fabricarea aparaturii chimice și a instalațiilor de rafinare a petrolului (conducte, pompe, armături).

**HEMATIT,** $Fe_2O_3$, oxid de fier, cristalizat în sistemul romboedric scalenoedric. În natură se prezintă sub două forme alotropice: $\alpha-Fe_2O_3$ cristalizat în sistemul romboedric, forma stabilă; $\gamma - Fe_2O_3$ cristalizat în sistemul cubic, formă instabilă. Mineral casant, are duritatea 5,5—6,5 (scara Mohs) și densitatea 5,19—5,3 kg/dm³. Cristalele de **H.** au culoarea neagră de oțel, gri închis de fier, uneori cu reflexe albăstrui; cînd se găsesc în lamele subțiri au culoarea galbenă. Pulberea are culoarea roșie-vișinie. Conține 70% Fe, 30% O și uneori titanat de fier ($FeTiO_3$) în proporție de 6—7% (zăcămintele din Norvegia și din Elveția) sau molibden 12%. În compoziția sa mai pot intra silice, oxid feros, oxid de crom etc. Este unul din principalele minerale de fier, fiind utilizat ca materie primă pentru extragerea fierului. În țara noastră se găsește în cantități mici, de obicei, asociat cu alte minerale, la: Teliuc, Ghelar, Iacobeni, Rușchița, Dognecea etc. Cele mai mari zăcăminte se găsesc în U.R.S.S., Canada, Brazilia, India.

**HEROULT, PAUL LOUIS TOUSSAIN** (n. 10 apr. 1863, Thury-Harcourt — m. 9 mai 1914), chimist francez. Contribuții în domeniul metalurgiei oțelului și al metalurgiei aluminiului. În 1886 (independent de metalurgul american Charles Martin Hall) a descoperit procedeul ce-i poartă numele, de obținere a aluminiului prin electroliza aluminei. Inventator al furnalului electric ce-i poartă numele *(furnalul Heroult)*.

**HIDRARGIR, MERCUR.**

**HIDROCICLON,** clasor hidraulic în care materialul de clasat se introduce tangențial, sub formă de suspensie în apă, în partea cilindrică a aparatului. Datorită intrării tangențiale, suspensia capătă în interiorul **H.** o mișcare de rotație, cu o viteză foarte mare. Separarea se face în partea conică a aparatului sub acțiunea forțelor centrifuge, care iau naștere în urma mișcării de rotație a fluidului. Particulele cu densitatea mai mare sînt centrifugate și evacuate prin orificiul de descărcare situat în vîrful conului, constituind refuzul **H.** Particulele mai fine și mai ușoare sînt antrenate de apă și ies printr-un tub situat la partea superioară a părții cilindrice, alcătuind suprascurgerea lui. Pot efectua separări de clase granulometrice cu dimensiuni cuprinse între 5 μm și 0,5 mm.

**HIDROOSCILATOR,** utilaj folosit pentru clasarea gravimetrică a particulelor fine de minereu. Acest dispozitiv reprezintă o combinare a unui clasor hidraulic cu cădere stînjenită, cu un clasor mecanic cu greble.

**HIDROSEPARATOR,** aparat utilizat pentru concentrarea gravimetrică a cărbunilor (fig. H. 1). Este format dintr-o cameră avînd înălțimea de 0,5 m, deasupra căreia se găsește un ciur așezat înclinat. Partea din față a ciurului nu prezintă deschideri, pentru ca stratul steril care se formează să cadă liniștit în a doua cameră, de unde se evacuează cu ajutorul unui elevator. La partea inferioară a primei camere se introduce printr-o conductă un curent de apă ascendent, care antrenează cărbunele peste un prag așezat la o înălțime potrivită; cărbunele este trecut peste ciur pentru a fi separat de apa cu care a fost antrenat. **H.** este folosit pentru material cu granulații pînă la 130 mm.

Scanned with OKEN Scanner

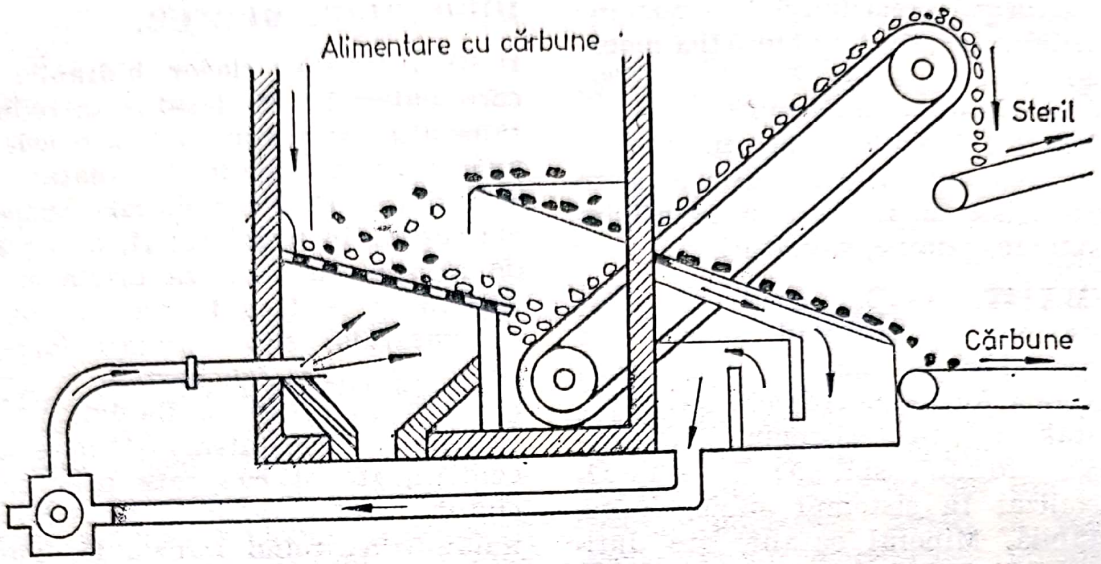



**Fig. H. 1.**

**HUILĂ,** cărbune compact, negru strălucitor, fărîmicios, uneori șistos sau fibros. Este cea mai importantă varietate de cărbune. Are puterea calorifică de 27 300—36 540 kJ/kg. Se întrebuințează la fabricarea cocsului metalurgic, la obținerea gazului de iluminat, a gudroanelor de cărbune și drept combustibil. **H.** din țara noastră se clasifică în: *huilă cu flacără lungă, huilă pentru gaz, huilă grasă, huilă pentru cocs, huilă slabă degresantă, huilă antracitoasă.*

**HUME-ROTHERY, WILLIAM** (n. 15 mai 1899, Worcester Park, Surrey Anglia), metalurg englez. Profesor la Oxford. Cercetări privind structura metalelor și aliajelor, efectul diferitelor elemente asupra temperaturilor de topire și solidificare a aliajelor cuprului, fierului și argintului. Studii privind modificările produse în rețeaua atomică a unui metal la dizolvarea unui metal în altul. A arătat că dacă diametrele atomice a două tipuri de atomi diferă cu mai mult de 15% atomii respectivi nu pot fi aranjați într-o rețea comună. A elaborat teoria solubilității totale cunoscută sub numele de *regulile lui Hume-Rothery.*

**Op. pr.:** *The Metallic State* (1932), *The Structure of Metals and Alloys* (1936), *Metallurgical Equilibrium Diagrams* (în colaborare, 1952), *The structures of Alloys of Iron: An Elementary Introduction* (1966).

Scanned with OKEN Scanner

# I

**ILMENIT,** $FeO \cdot TiO_2$, oxid de fier și titan, cristalizat în sistemul trigonal-romboedric. Are duritatea 5—6 (scara Mohs) și densitatea 4,56—5,24 kg/dm³. Prezintă culoarea negru de fier sau gri cenușie și este slab magnetic. Conține 52,7% $TiO_2$ și 47,3% FeO. S-a constatat că pe lîngă FeO conține cantități mai mari de $Fe_2O_3$ ceea ce a făcut să i se atribuie compoziția: $mTiO_3Fe + nFe_2O_3$. În țara noastră se găsește, în asociație cu alte minerale, la Ciungani—Căzănești, Cuiaș (Lipova), Almaș-Sălișteș, aluviuni titanifere, pe valea Argeșului, Rîul Doamnei etc. În condiții asemănătoare se întîlnește și în U.R.S.S., Norvegia, Franța, S.U.A., India etc. Acumulările de **I.** importante se exploatează ca minereu de titan, utilizat la elaborarea aliajelor de titan.

**INCLUZIUNE,** material cu compoziție deosebită (zgură, fondanți, amestec de formare, produși ai interacțiunilor chimice ce au loc la elaborarea și turnarea metalului lichid etc.) de a metalului de bază, izolată în masa continuă a materialului metalic. În piesele turnate provin din nerespectarea tehnologiei de elaborare și turnare, iar în piesele obținute prin deformare plastică din lingoul sau semifabricatul utilizat. *Incluziunea de zgură sau fondanți* (fig. I. 1, *a, b*) este de formă neregulată și apare la suprafața piesei, în contact cu atmosfera (incluziune deschisă) sau înconjurată de materialul de bază al acesteia (incluziune închisă). *Incluziune de amestec de formare* (fig. I. 1, *c, d*) apare în apropierea suprafeței superioare a piesei turnate, de formă neregulată, de obicei, compactă. *Incluziunea nemetalică* apare sub formă de peliculă, care produce discontinuități locale în piesă. Acestea pot fi plastice (sulfuri, silicați etc.) și apar la microscop alungite, compacte sau fragile (oxizi ș.a.) care apar la microscop fărîmițate în bucăți mai mici. În toate cazurile **I.** reduc în mod substanțial plasticitatea și caracteristicile mecanice ale materialului metalic.

**INCONEL,** aliaj pe bază de nichel, fier și crom, suprarefractar și cu o înaltă rezistență la coroziune. Conține 76% Ni, 16% Cr și 8% Fe. Are densitatea 8,60 kg/dm³ și p.t. 1390°C. În stare forjată prezintă rezistența de rupere la tracțiune 66—80 daN/mm² și alungirea 20—40%. După recoacere materialul obținut are rezistența de rupere la tracțiune de cca 60 daN/mm², alungirea de cca 50% și duritatea $HB = 160$. Acest aliaj rezistă la acțiunea clorului și acidului clorhidric, pînă la cca 540°C și a acidului fluorhidric, pînă la 650°C. Nu este atacat de apă, abur și dioxid de carbon, fiind utilizat la fabricarea pieselor de contact cu vaporii de apă și care funcționează la temperaturi pînă la 400°C. De asemenea nu este corodat de amestecuri de amoniac, azot și hidrogen. Este rezistent la oxidare pînă la



Scanned with OKEN Scanner

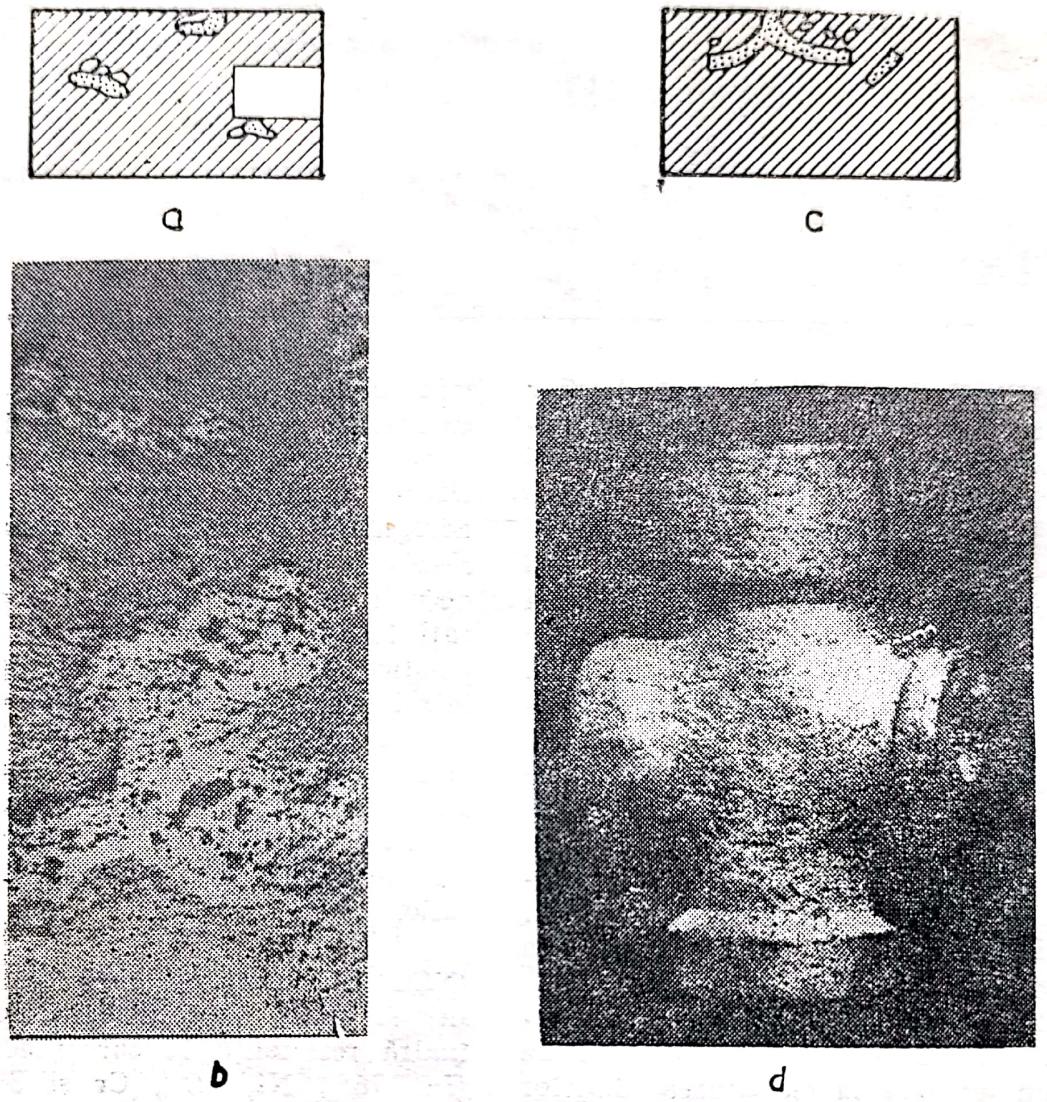



**Fig. I. 1.**

1150°C. În mediu de dioxid de sulf, poate rezista pînă la o temperatură de 815°C, iar în atmosferă de hidrogen sulfurat rezistă la coroziune pînă la o temperatură de cca 500°C. Un nou aliaj american de tip **I.** conține: 18% Cr, 17,7% Fe, 4,6% Ta + + Nb, 2,9% Mo, 0,8% Ti, 0,4% Al și rest % Ni. După tratament termic, în condiții de temperatură de 670°C prezintă rezistența de rupere la tracțiune 102 daN/mm² și limita de curgere 91 daN/mm². Din acest motiv se folosește la obținerea pieselor pentru turbinele de gaz ale avioanelor supersonice.

**INDICE DE BAZICITATE,** raport între suma concentrațiilor oxizilor bazici (CaO, MgO, MnO, FeO, CrO) și a celor acizi ($SiO_2$, $P_2O_5$, $Fe_2O_3$) și amfoteri ($Al_2O_3$), exprimate în procente de greutate sau moli, ai unui material (minereu, aglomerat, zgură, produs refractar etc.). Deoarece pe baza **I. de B.** se apreciază caracterul bazic al unui material, uneori se utilizează ca termen sinonim, bazicitate. În acest scop se folosește raportul dintre concentrația oxidului de calciu și a dioxidului de siliciu, $\frac{\%\,CaO}{\%\,SiO_2}$, numit și *grad de bazicitate.*

Pentru zgurele rezultate în procesul de elaborare a oțelurilor **I. de B.**, $p$, se determină cu relația:

$$p = \frac{CaO + MgO + MnO + FeO}{SiO_2 + Al_2O_3 + P_2O_5}$$

**INDICE DE CALITATE,** număr care arată calitatea unui produs, în funcție de anumite proprietăți de bază pe care acesta le posedă. La produse de aceeași calitate, **I. de C.** trebuie să fie aproape constant. În cazul oțelurilor există diverse modalități de exprimare a **I. de C.:** în funcție de rezistența de rupere la tracțiune ($R$) și alungire ($A$) cu relația: $Ic = R + nA$, în mod obișnuit $n = 2,5$; în funcție de rezistența de rupere la tracțiune și strictiunea ($Z$) cu relația: $Ic = \frac{R + 6Z}{5}$ (utilizat în S.U.A.) sau pe baza rezilienței longitudinale ($KCU_L$) și transversale ($KCU_T$) cu relația: $Ic = KCU_L + 2KCU_T$. Pentru același oțel, valoarea sa trebuie să prezinte aproximativ aceeași mărime.

**INDIU,** In, element metalic din grupa a III-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 49, masa atomică 114,82, valența III, II, I. A fost descoperit (1863) de F. Reich și Th. Richter. A fost denumit după culoarea liniilor sale spectrale, de un albastru intens, asemănătoare cu nuanța colorantului indigo. În natură se găsește în cantități mici, în compoziția unor minereuri (blendă, pirită, complexe cu plumb etc.). Metal alb-argintiu, cu luciu metalic asemănător platinei, **I.** cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și nu prezintă alte forme alotropice. Are densitatea 7,31 kg/dm³, p.t. 156,4°C, p.f. 2000°C, căldura masică (la 20°C) 239 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,09Ω·mm²/m. Din punct de vedere mecanic este foarte moale și foarte puțin rezistent la tracțiune. Este deosebit de plastic fiind ușor laminat sau trefilat. Poate fi prelucrat și sub presiune, iar la deformare plastică la rece nu se ecruisează. Se oxidează în aer numai la temperatură ridicată. Față de apă și soluțiile diluate alcaline este deosebit de rezistent la coroziune. Cele mai stabile combinații corespund **I.** trivalent. Se folosește ca element de aliere la elaborarea unor aliaje speciale (ușor fuzibile, de lipit), la fabricarea semiconductorilor și în tehnica nucleară.

*METALURGIA INDIULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate a indiului. Deoarece în natură se găsește în cantități mici însoțind unele minerale de zinc, plumb, staniu și cupru, pentru extragerea sa se folosesc ca materii prime subprodusele rezultate în metalurgia zincului, plumbului și cuprului. Procesul tehnologic decurge în două etape principale: obținerea indiului brut și rafinarea indiului. Pentru obținerea indiului se aplică noi procedee tehnologice, legate, în special, de materia primă. Unul din acestea, stabilit în cadrul societății „American Smelting and Rafining Company", folosește ca materie primă scoarțele plumboase care se tratează cu acid sulfuric diluat. Plumbul nedizolvat se elimină prin filtrare, iar în soluție rămîne indiu împreună cu zinc, cadmiu, cupru, stibiu, selen, telur și fier. Soluția este supusă apoi unor operații hidrometalurgice care conduc la formarea unui precipitat de fosfat de indiu, $InPO_4$, care se separă de restul soluției cu impurități, prin filtrare. Fosfatul de indiu se transformă în hidroxid de indiu, $In(OH)_3$ și se solubilizează cu acid clorhidric. Din această soluție se obține indiu sub formă de precipitat, cu aspect buretos, care se depune pe plăcile de aluminiu, introduse în acest scop în soluție. După presare indiu se topește, sub un strat protector de hidroxid

Scanned with OKEN Scanner

de sodiu sau parafină și apoi se rafinează. Rafinarea se realizează prin metode chimice și electrochimice, prin distilare în vid sau prin → *topire zonară*. O metodă deosebit de eficientă este rafinarea electrochimică prin amalgamare. Aceasta se realizează în două etape: în prima etapă indiu de la anod se dizolvă în electrolit (soluție de triclorură de indiu, $InCl_3$) și trece la catod, care fiind confecționat din mercur se formează un amalgam de indiu. În etapa a doua, amalgamul de indiu formează anodul iar drept catod se utilizează o placă de titan; indiu din amalgam trece din nou în electrolit pentru a se depune la catod. Se obține indiu cu o puritate foarte ridicată (99,9995% In). Practic, procesul este astfel conceput încît să aibă loc continuu și în aceeași cuvă de electroliză.

**INJECTOR,** dispozitiv utilizat pentru arderea combustibililor lichizi. În metalurgie, combustibilul lichid cel mai folosit este păcura. Pentru îmbunătățirea gradului de pulverizare, păcura se preîncălzește la temperaturi de 80—120°C. După modul cum se realizează pulverizarea, **I.** pot fi mecanice sau cu agent de pulverizare. În *injectoarele mecanice* păcura este pompată la presiuni de 10—12 at și se scurge cu viteze de 45—50 m/s prin orificiul de pulverizare. În *injectoarele cu agent de pulverizare* pentru antrenarea și pulverizarea păcurii se folosește un agent de pulverizare (aerul sau aburul). Viteza agentului de pulverizare fiind mai mare decît viteza de curgere a păcurii, aerul sau aburul antrenează păcura într-un jet pulverizat.

**INVAR,** aliaj de fier și nichel caracterizat printr-un coeficient mic de dilatare termică. Conține 35—37% Ni și rest % Fe. Are densitatea 8,10 kg/dm³ și p.t. 1427°C. Pînă la 100°C, practic nu se dilată pentru ca la temperaturi mai mari de 200°C coeficientul său de dilatare să crească destul de mult. Posedă bune proprietăți de deformare plastică. După laminare la cald are rezistența de rupere la tracțiune 52 daN/mm², alungirea 37% și duritatea $HB = 140$. Se utilizează în ceasornicărie, la construcția aparatelor de măsură (geodezie) precum și în construcția de automobile și avioane.

**IRIDIU,** Ir, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 77, masa atomică 192,2, valența II, III, IV, VI. A fost descoperit (1804) de S. Tennant. În natură se găsește în stare nativă în cantități mici. Metal prețios, alb-argintiu, foarte greu, densitatea 22,65 kg/dm³. **I.** cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate, fără a prezenta alte forme alotropice. Are p.t. 2454°C, p.f. 4130°C, căldura masică (la 20°C) 129 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,590 Ω·mm²/m. Deși posedă o duritate mai ridicată se poate prelucra destul de bine prin deformare plastică. Puțin activ din punct de vedere chimic nu se dizolvă în nici un acid și nici în apa regală. La cald se combină destul de ușor cu oxigenul, cu florul și clorul. Se utilizează la elaborarea unor aliaje, în special a aliajelor iridiu-platin.

**IZOPERM,** aliaj de fier, nichel și cupru care posedă permeabilitate magnetică constantă (30—80 Gs/Oe). Conține: 40% Ni, 15% Cu și rest % Fe. Se utilizează pentru construcția aparatajului telefonic de calitate superioară. Se livrează în mod frecvent sub formă de table.

**IZOTROPIE,** însușire a unui corp de a prezenta proprietăți fizice (mecanice, optice, electrice, magnetice etc.) uniforme în orice direcție. Gazele, lichidele și corpurile solide amorfe sînt izotrope. Materialele metalice policristaline sînt și ele, de obicei, izotrope.

Scanned with OKEN Scanner

# I, J

**ÎMBĂTRÎNIREA METALELOR,** modificarea proprietăților fizice, mecanice și chimice ale metalelor și aliajelor, prin trecerea treptată a structurii acestora de la o stare inițială termodinamic instabilă către o stare de echilibru în condiții de suficientă mobilitate a atomilor pentru difuzie. Stări termodinamic instabile la temperaturi joase (care păstrează total sau parțial structura atomică caracteristică la temperaturi înalte) apar după răcirea rapidă de la temperaturi înalte (la călire, după recristalizare sau după deformare plastică la cald). În cazul metalelor pure acestea se datoresc excesului (pentru temperaturi joase) de concentrări de vacanțe (defecte punctiforme) sau prezenței diferitelor tipuri de defecte în rețeaua cristalină; în cazul aliajelor se datoresc prezenței fazelor instabile la temperaturi joase. Principala cauză a *îmbătrînirii aliajelor* este legată de prezența soluției solide suprasaturate care apare la răcirea rapidă a aliajelor de la temperaturi înalte, cînd se solubilizează intens impuritățile și elementele de aliere. În cazul unui număr mare de aliaje (în special, pe bază de Al, Mg, Ca, Ni) îmbătrînirea reprezintă operații de tratament termic deoarece asigură îmbunătățirea unui complex de proprietăți fizico-mecanice importante (de ex.: în afară de rezistență mecanică înaltă aliajele pot asigura forță coercitivă înaltă). Descompunerea soluției solide suprasaturate poate decurge cu formare în cristal de straturi, cu compoziție continuu variabilă și apoi de particule de fază nouă cu limite precise de separare; acest tip de descompunere se observă la aliaje tehnice importante (de ex. aliaje pentru magneți permanenți tip cunife) și se numește descompunerea spinoidală. Descompunerea mai poate decurge prin formarea și creșterea germenilor de fază nouă. La temperaturi relativ joase descompunerea soluției solide adesea se oprește la stadiul de formarea zonelor disperse (cu dimensiuni relativ foarte mici) cu concentrare mare de atomi ai elementului dizolvat la care se păstrează rețeaua soluției solide inițiale (numite zone Guinier Preston). Aceste zone pot fi globulare, cu diametru $D \sim 10$ Å sau plăcuțe cu $D < 10$ Å. Formarea acestor zone este caracteristică *îmbătrînirii naturale* (la temperatura obișnuită) și are loc, în special, la aliajele de Al și la oțelurile cu ferită suprasaturată în carbon sau azot. Peste 100°C se numește *îmbătrînire artificială* sau *maturare*. Procesul de descompunere a soluției solide suprasaturate poate conduce la îmbunătățirea sau înrăutățirea proprietăților materialului metalic (de ex.: înrăutățirea plasticității și rezilienței oțelurilor cu conținut mic de carbon pentru cazane, asociată cu creșterea forței coercitive și a pierderilor la remagnetizarea fierului). Unele aliaje sînt înclinate spre îmbătrînire după ecruisare, specifică oțelurilor moi, cu conținut de carbon pînă la

Scanned with OKEN Scanner

max. 0,2%, care determină creșterea durității și micșorarea evidentă a rezilienței.

**ÎMBUNĂTĂȚIREA OȚELURILOR,** variantă de tratament termic care constă din călire urmată de revenire înaltă (la 550—650°C). Prin **Î.O.** se obține structură sorbitică omogenă și dispersă, care asigură rezistență, plasticitate și reziliență înalte. Rezultatele tratamentului sînt optime în cazul cînd la călire nu rezultă produși nemartensitici de descompunere a austenitei (ferită, bainită). Pentru preîntîmpinarea fragilității de revenire în multe cazuri după revenire înaltă este necesară răcirea în ulei sau apă. Regimul de **Î.O.** se stabilește funcție de compoziția oțelului și de valorile proprietăților urmărite a se realiza. Uneori, se utilizează ca prelucrare intermediară pentru formarea structurii omogene inițiale înainte de călire.

**ÎNCĂLZIREA MATERIALELOR METALICE,** operație de aducere a materialelor metalice (lingouri sau semifabricate) la temperatura necesară deformării plastice. Se referă, în special, la regimul de încălzire care trebuie asigurat unui material metalic în vederea prelucrării lui prin deformare plastică. Principalii parametri ai regimului de încălzire sînt: temperatura de încălzire, timpul de încălzire și viteza de încălzire. *Temperatura de încălzire* se stabilește în funcție de natura metalului și compoziția chimică a aliajului. Deoarece deformarea plastică este o operație care se desfășoară într-o anumită perioadă de timp, în care au loc pierderi de căldură în exterior, la stabilirea temperaturii de încălzire trebuie să se țină seama de temperatura minimă admisibilă la sfîrșitul prelucrării. Pentru laminare, oțelurile trebuie încălzite în domeniu austenitic. Practic, temperatura de încălzire, în vederea laminării, se ia între 70 și 80% din valoarea temperaturii de topire a oțelului. În cazul oțelurilor moi, temperatura de sfîrșit de laminare este de 750—850°C. Încălzirea materialului la o temperatură prea mare conduce la formarea unei structuri cu grăunți grosolani sau arderea materialului. *Timpul de încălzire* reprezintă durata staționării materialului în cuptor de la încărcarea lui și pînă la atingerea temperaturii necesare pentru deformare. Este influențat de mai mulți factori, printre care: tipul cuptorului, conductivitatea termică a materialului, forma și dimensiunea materialului și modul de așezare a materialului în cuptor. *Durata de încălzire* cuprinde atît timpul necesar ca materialul să ajungă la temperatura stabilită cît și timpul de menținere la această temperatură în vederea uniformizării temperaturii în întreaga masă a materialului. Pentru cuptoarele cu propulsie, cuptoarele cu vatră rotitoare (carusel) sau cuptoarele cu cameră, timpul total de încălzire, $t$, în ore, poate fi stabilit cu relația: $t = K_1 K_2 D\sqrt{D}$, în care: $K_1$ este un coeficient de calitate ($K_1 = 10$ pentru oțel carbon sau slab aliat și $K_1 = 20$ pentru oțelurile aliate); $K_2$ este un coeficient care ține seama de modul de așezare a materialului în cuptor (fig. Î. 1) și $D$ reprezintă diametru mediu sau grosimea semifabricatelor. Durata de încălzire este formată din următoarele perioade: preîncălzirea, încălzirea propriu-zisă și egalizarea. Preîncălzirea este faza de început a încălzirii din care motiv se face cu o viteză mică. În cazul oțelurilor ea durează pînă la atingerea temperaturii de 500—600°C. Încălzirea propriu-zisă are loc cu o viteză mai mare și reprezintă timpul pînă cînd materialul ajunge la temperatura prescrisă. În timpul perioadei de egalizare se urmărește omogenizarea temperaturii în masa materialu-

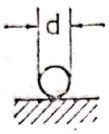
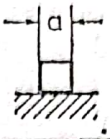
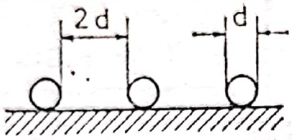
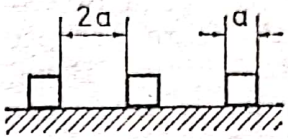
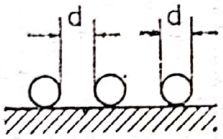
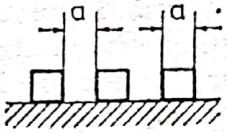
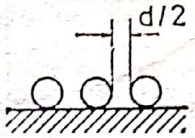
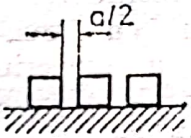
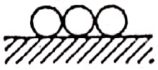
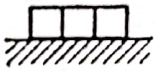
| Modul de așezare | Valoarea constantei $k_2$ | Modul de așezare | Valoarea constantei $k_2$ |
|---|---|---|---|
|   | 1,0 |   | 1,2 |
|   | 1,1 |   | 1,3 |
|   | 1,2 |   | 1,4 |
|   | 1,3 |   | 1,5 |
|  | 2,0 |  | 3,0 |

**Fig. Î. 1.**

lui, din care motiv în toată această perioadă temperatura cuptorului se menține constantă. În ceea ce privește viteza de încălzire, pe lîngă variațiile care trebuie avute în vedere în primele două perioade ale operației de încălzire, ea trebuie stabilită în funcție de natura materialului, conductivitatea termică și forma acestui material. (De ex.: încălzirea oțelurilor aliate și a oțelurilor cu conținut ridicat de carbon se face la o viteză mică, de 50—70°C/h.) Încălzirea lingourilor și semifabricatelor are loc în cuptoare care folosesc combustibil gazos sau combustibil lichid. Cele mai utilizate cuptoare pentru **Î. M. M.** în vederea deformării plastice sînt: cuptoarele adînci, cuptoarele cu propulsie, cuptoarele cu vatră rotitoare, cuptoarele tunel, cuptoarele cu clopot etc. (→ *cuptor metalurgic*).

**ÎNCĂRCARE,** operație de introducere a materiilor prime în cuptoarele pentru elaborarea metalelor sau aliajelor. **Î.** are în vedere și operațiile de preparare a materiilor prime, în care scop acestea sînt introduse în instalațiile de preparare (fabrici de aglomerare, instalații de peletizare etc.). În cazul procedeelor de elaborare discontinue se prezintă ca o operație separată, distinctă. La procedeele continue, are loc concomitent cu restul operațiilor de elaborare. La unele procedee, odată cu materiile prime sînt introduși și combusti-

bilii sau anumite adaosuri. Se poate realiza mecanizat sau manual.

**încărcare cu bena,** metodă de încărcare mecanizată a cuptoarelor electrice cu arc pentru elaborarea oțelurilor, cu ajutorul benei. Bena (fig. Î. 2) este un utilaj de forma unui coș, executat din tablă de oțel și compus din două jumătăți care se deschid. De obicei, are forma unui cilindru, construit din tablă de oțel și prevăzut cu un fund mobil care permite evacuarea materiilor prime. Bena, încărcată cu materiale, se introduce cu macaraua în cuptor, pe la partea superioară a acestuia după îndepărtarea bolții și electrozilor. Evacuarea materialului în cuptor are loc pe la partea inferioară a benei, acționînd asupra sistemului de închidere.

**încărcare cu macara cu troacă,** metodă de încărcare a materiilor prime solide în cuptoarele Siemens-Martin mici și mijlocii cu ajutorul unei macarale cu troacă (fig. Î. 3). Macaraua preia troaca încărcată cu material, o duce în spațiul din fața cuptorului, o introduce în cuptor

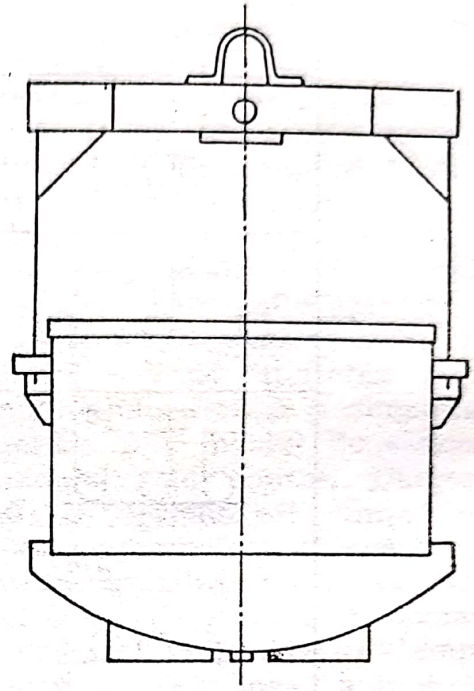


Fig. Î. 2.

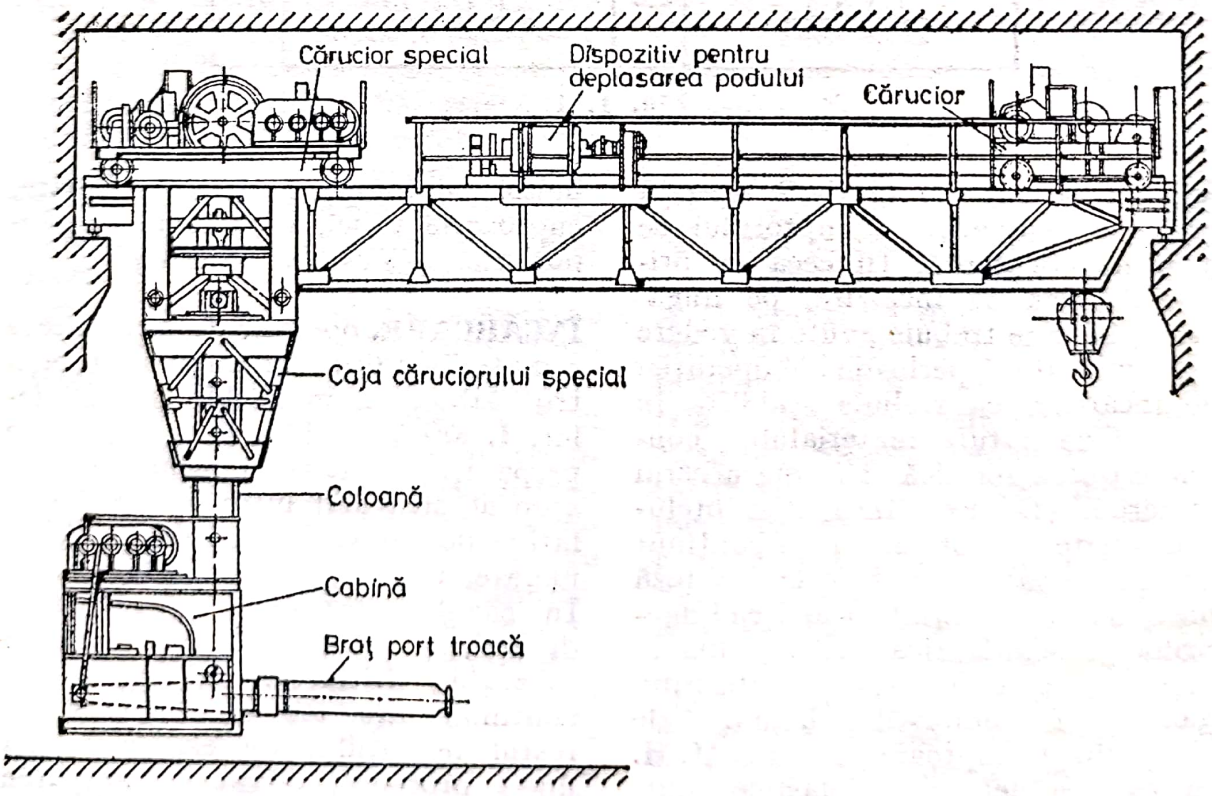



Fig. Î. 3.

unde o răstoarnă și revine cu ea la locul inițial. Este alcătuită dintr-un pod rulant care circulă în direcția longitudinală a halei în care sînt amplasate cuptoarele. Podul rulant este prevăzut cu două căi de rulare transversale, una pentru deplasarea căruciorului și a celorlalte mecanisme cu ajutorul cărora se realizează încărcarea și cea de-a doua pentru circulația unui cărucior clasic (fig. Î. 4).

**încărcare cu mașină de încărcare la sol,** metodă folosită pentru încărcarea materiilor prime solide în cuptoarele Siemens-Martin, de capacitate mijlocie și mare. Mașina de încărcare se deplasează în lungul axei longitudinale a halei de turnare, pe căi de rulare montate pe platforma de lucru, prinde troaca cu brațul de prindere, o introduce în cuptor, o golește și o readuce în poziția inițială. Față de macaraua cu troacă execută mișcări mai puține și mai scurte, putînd astfel introduce în unitatea de timp un număr mai mare de troci.

**încărcare manuală,** operație prin care materiile prime necesare pentru elaborarea unui metal sau aliaj sînt introduse manual (cu lopata, cu mîna) în cuptor. Se aplică la elaborarea metalelor sau aliajelor în cuptoare de mică capacitate (pînă la 1—3 t).

**ÎNCĂRCARE ȘI TOPIRE CONTINUĂ,** metodă mecanizată de încărcare și topire a buretelui de fier în cuptoare electrice cu arc pentru elaborarea oțelurilor, în special prin unul sau

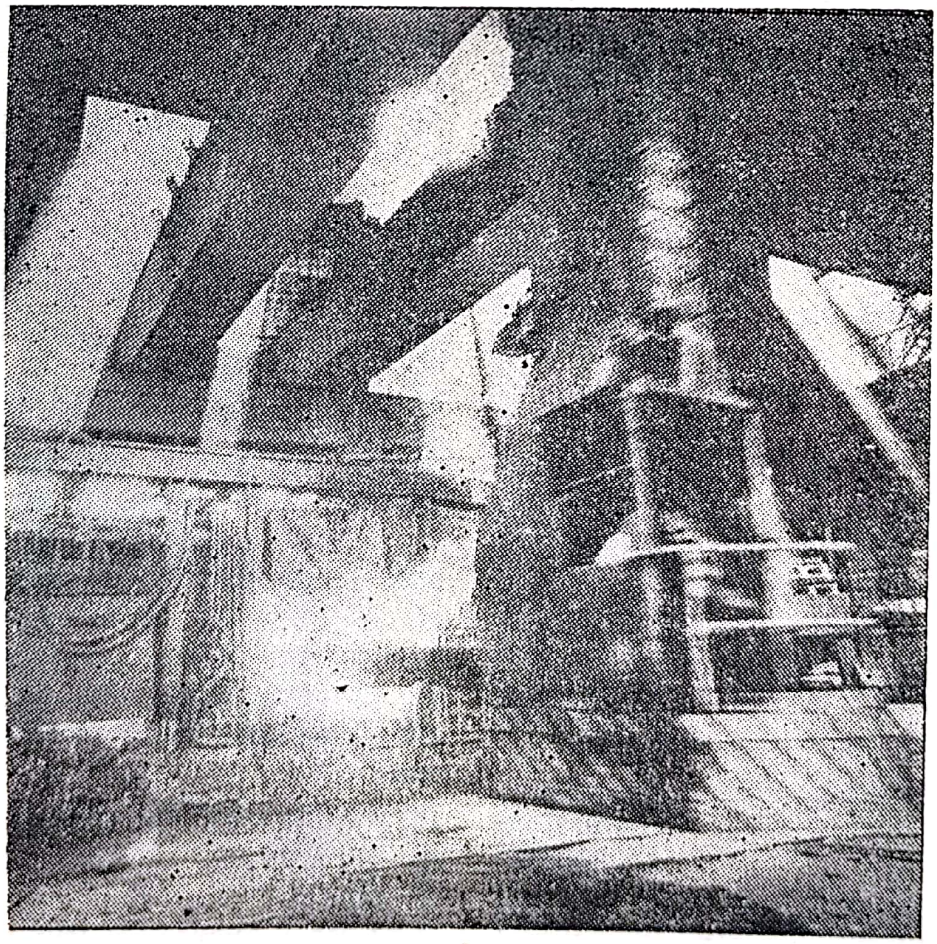


Fig. Î. 4.

Scanned with OKEN Scanner

mai multe orificii practicate în bolta acestor cuptoare. Conform acestei metode, buretele de fier este introdus în mod continuu și uniform astfel încît pe măsură ce ajunge în contact cu baia de zgură și metal să aibă loc o topire rapidă. La început, se introduce 20% fier vechi care este topit în mod obișnuit și, apoi, începe Î. și T. C. a buretelui de fier. Prezintă numeroase avantaje: afinarea băii metalice poate avea loc în timpul perioadei de topire, în încărcătură se poate utiliza o cantitate mare de burete de fier, de obicei pînă la 80% etc.

**ÎNCĂRCAREA FURNALULUI,** operație de introducere în furnal a materialelor solide necesare elaborării fontei. Se realizează cu ajutorul aparatului de încărcare a furnalului. Aducerea materialelor la aparatul de încărcare se face folosind → *skipul*, transportorul cu bandă (care se aplică în întreprinderile siderurgice moderne cu furnale cu capacități mari, peste 1 700 m³) sau →*chibla*. În cazul cînd se folosește skipul, Î. F. se realizează după o anumită schemă.

**schema de încărcare la furnal,** reprezentată prin numărul și ordinea de succesiune a skipurilor de minereu și cocs, încărcate în furnal, constituie principalul mod de dirijare a repartizării materialelor la gura furnalului și a circulației gazelor în furnal. Din punct de vedere al modului cum se repartizează materialele, se disting următoarele tipuri:

1) MM ↓ KKK ↓ — schemă de încărcare separată cu minereul înainte.
2) KKK ↓ MM ↓ — schemă de încărcare cu cocsul înainte.
3) MM KKK ↓ — schemă de încărcare simultană cu minereul înainte.
4) KKK MM ↓ — schemă de încărcare simultană cu cocsul înainte.
5) MKMMK — schemă de încărcare mixtă; poate fi atît simultană cît și separată; M reprezintă un skip cu minereu, iar K un skip cu cocs. Schemele 1 și 2, cu introducerea unității de încărcare în furnal prin două coborîri ale conului mare, sînt cel mai mult aplicate în funcționarea obișnuită a furnalelor; ele pot asigura o circulație suficient de uniformă a gazelor. În raport de condițiile de funcționare ale fiecărui furnal se poate stabili experimental dacă este mai avantajoasă schema 1 sau 2. La schemele simultane 3 și 4, întreaga încărcătură este introdusă în furnal printr-o singură coborîre a conului mare. Schema 3 concentrează minereul la periferie și dirijează gazele prin zona axială, iar schema 4 reține cocsul la periferie, intensificînd circulația periferică a gazelor. Schemele mixte 5 se utilizează fie pentru a combate o circulație unilaterală a gazelor prin canale, fie în scopul evitării acumulării măruntului în anumite zone, în cazul furnalelor care lucrează cu minereuri prăfoase. Nivelul încărcăturii din furnal se determină cu ajutorul unor sonde de nivel, introduse prin cupola furnalului, sonde care se sprijină pe suprafața încărcăturii. Sondele în număr de 2—3 bucăți sînt legate printr-un sistem de scripeți cu un aparat indicator aflat pe platforma de lucru a furnalului.

**ÎNCĂRCĂTURĂ (la furnal),** cantitate de materiale (materii prime, cocs și fondanți) încărcată pe conul mare, introdusă printr-o singură coborîre a acestuia în furnal. În cazul folosirii skipului

evaluarea ei se face în funcție de numărul total de skipuri care o transportă pînă la gura furnalului. De obicei acesta variază între 4,5 și 6 skipuri și depinde în primul rînd de spațiul dintre conuri și în al doilea rînd de alți factori legați de calitatea materialelor și condițiile de exploatare. De obicei numărul skipurilor de cocs este egal sau mai mic decît numărul skipurilor de minereu. *Permeabilitatea încărcăturii furnalului* reprezintă proprietatea materialelor încărcate în furnal de a permite repartizarea uniformă a curentului ascendent de gaz care părăsește zona de ardere și care în drumul său spre gura furnalului are rolul de a încălzi prin contact și convecție coloana descendentă de materiale și de a participa la reducerea oxizilor. Dintre materialele încărcate în furnal, minereurile prezintă o permeabilitate mai mică la gaze decît cocsul, aceasta datorită și faptului că stratul de minereu cuprinde întotdeauna materialele mai mărunte decît cocsul. Depinde de mai mulți factori interdependenți dintre care se pot cita: modul de așezare a materialelor la gura furnalului, granulația încărcăturii, debitul și presiunea aerului suflat în furnal. Pentru a obține o repartizare uniformă a gazelor, materialele trebuie așezate neuniform la gura furnalului: la pereți trebuie să se afle un strat mai gros de minereu și mai subțire de cocs, pentru a combate tendința de circulație periferică a gazelor, iar către axa furnalului un strat mai subțire de minereu și mai gros de cocs.

**ÎNCĂRCĂTURĂ METALICĂ,** cantitate de materii prime (minereu, fontă, fier vechi etc.) necesare pentru producerea unui metal sau aliaj, care urmează a fi introdusă într-un cuptor de elaborare. În mod obișnuit, denumirea se referă la unitatea de produs obținut și se exprimă prin cantitatea de materii prime (kg) utilizate la elaborarea unui kg sau a unei tone de metal sau aliaj.

**ÎNCERCARE LA ÎNCOVOIERE PRIN ȘOC, REZILIENȚĂ.**

**ÎNCERCARE LA TRACȚIUNE,** metodă pentru determinarea unor caracteristici mecanice ale materialelor metalice (limită de proporționalitate, limită de elasticitate, limită de curgere, rezistență de rupere, alungire relativă și gîtuire relativă) în condiții de solicitare la tracțiune realizată pe epruvete (fig. Î. 5) prelevate din materialul metalic de

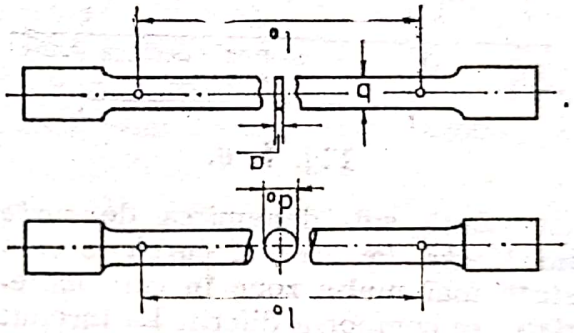


**Fig. Î. 5.**

investigat. Întrucît rezultatele depind în mare măsură de condițiile de încercare, pentru obținerea unor valori comparabile, prin standarde s-au stabilit condiții tehnice unice de încercare ce privesc: forma și mărimea epruvetelor, condițiile pe care trebuie să le îndeplinească mașinile, instalațiile și aparatura cu care se face încercarea, ordinea realizării încercării, forma de notare a rezultatelor și alte condiții. La încercare materialul se supune acțiunii unei forțe crescînde, $F$, în direcția axei longitudinale, ceea ce are drept consecință alungirea ($\Delta L = L - L_0$) și în cele din urmă ruperea materialului. În cursul **Î. la T.** se măsoară forța aplicată și alungirea materialului în urma acțiunii acestei forțe. Prin reprezentarea grafică a valori-

lor alungirii, (raportul $\Delta L/L_0$), în funcție de valoarea tensiunii $\sigma$ aplicate (raportul $F/S_0$, $S_0$ fiind suprafața inițială a secțiunii epruvetei), în daN/mm² sau în kgf/mm² se obține diagrama tensiune-deformare (fig. Î.6),

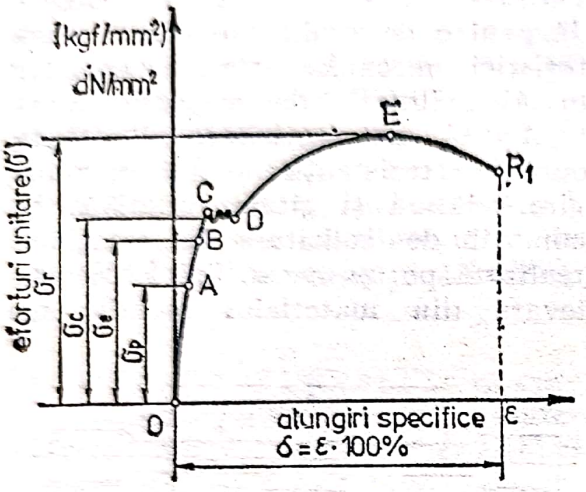



**Fig. Î. 6.**

cunoscută sub denumirea de *curba lui Hooke*. Pe această curbă se constată mai multe zone în care materialul se comportă diferit. La început se constată un domeniu de proporționalitate, în care efortul unitar este proporțional cu alungirea specifică, conform relației $\sigma = E \cdot \varepsilon$, în care $E$ este modulul de elasticitate. Din aceasta rezultă relația $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ cunoscută sub numele de *legea lui Hooke* (stabilită în anul 1678 de fizicianul englez R. Hooke). Valoarea cea mai mare a forței de întindere pentru care efortul unitar este proporțional cu alungirea specifică se numește limită de proporționalitate $\sigma_p$. În mod practic se folosește limita de proporționalitate convențională (tehnică) $\sigma_{10}$, aceasta fiind efortul unitar pentru care abaterea de la proporționalitate dintre efort unitar și alungire specifică atinge 10%. Valoarea efortului unitar corespunzătoare modulului de elasticitate $E$, pentru care se constată că abaterea atinge 10% față de modulul de elasticitate inițial, reprezintă limita de proporționalitate convențională sau tehnică. În zona $AB$ nu se mai constată proporționalitatea dintre efortul unitar și alungirea specifică, însă deformațiile rămîn în continuare tot de natură elastică, pînă la punctul $B$, corespunzător efortului $\sigma_e$ care reprezintă valoarea cea mai mare a efortului unitar căruia îi corespund deformații de natură elastică. Limita de elasticitate convențională (tehnică) $\sigma_{0,01}$ reprezintă efortul unitar la care alungirea remanentă atinge 0,01%. Mărind valoarea forței, materialul intră în domeniul de curgere, la care deformarea materialului este de natură plastică, caracterizat prin limita de curgere $\sigma_c$. În practică se folosește limita de curgere convențională (tehnică) $\sigma_{0,2}$, definită de efortul unitar la care alungirea remanentă atinge 0,2%. Ultima zonă se caracterizează printr-un punct maxim, reprezentînd cea mai mare valoare a efortului unitar numită *rezistență de rupere la tracțiune*, $\sigma_r$, sau $R$. Rezistența de rupere la tracțiune este raportul dintre forța maximă suportată de material (epruvetă) $F_{max}$ și secțiunea inițială conform relației

$$\sigma_r = \frac{F_{max}}{S_0}, \text{ daN/mm}^2.$$

Gîtuirea $Z$, se determină din relația

$$Z = \frac{S_0 - S_f}{S_0} \cdot 100, \%$$

în care $S_0$ și $S_f$ reprezintă secțiunea inițială respectiv finală a epruvetei, iar alungirea $\delta$ cu relația

$$\delta = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100, \%.$$

Încercarea la tracțiune se face la temperatura obișnuită sau la temperaturi înalte (pînă la 1200°C).

**ÎNGHEȚAREA CUPTORULUI,** deranjament care constă în solidificarea băii metalice, în interiorul unui cuptor, în timpul elaborării unui metal sau aliaj. Cauzele pot fi diverse (de ex.: solidificarea oțelului într-un cuptor electric datorită întreruperii alimentării cu energie electrică).

**ÎNTREPRINDERE METALURGICĂ,** unitate industrială de elaborare și prelucrare a metalelor și aliajelor. În componența sa pot intra fie sectoare de producție specifice numai metalurgiei extractive sau numai metalurgiei prelucrătoare (de ex.: întreprinderi care produc tablă subțire din semifabricate obținute în alte **Î. M.**), fie sectoare de producție care aparțin metalurgiei extractive și metalurgiei prelucrătoare (de ex.: întreprinderi care produc fontă în furnal și piese turnate din fontă sau alte aliaje).

**JGHEAB DE FONTĂ,** canal de formă specială, cu pantă de 5—8%, așezat pe platforma de lucru a furnalului și a halei de turnare, care dirijează fonta evacuată din furnal în vagoane speciale, prevăzute cu oale pentru fontă. Se execută din tablă căptușită cu cărămizi de șamotă sau cu masă carbonică.

**JGHEAB DE ZGURĂ** (la furnal), canal de formă specială, cu pantă de 6—7%, așezat pe platforma de lucru a furnalului și pe platforma halei de turnare care dirijează zgura evacuată din furnal în vagoane speciale, prevăzute cu oale pentru zgură. Se execută din tablă căptușită cu cărămizi de șamotă sau cu masă carbonic ă

Scanned with OKEN Scanner

# K

**KALIU, POTASIU.**

**KANTHAL,** aliaj de crom, cobalt, aluminiu și fier care conține: 20—24% Cr, max. 2% Co, 4,5—6,0% Al și rest % Fe. Produs de fabricație al uzinelor Kanthal (Suedia) se folosește în electrotehnică ca material cu rezistivitate ridicată. În timpul funcționării pe suprafața aliajului se formează o peliculă de oxid de aluminiu care îl face rezistent la oxidare. Prezintă o rezistivitate mai mare în comparație cu aliajele de crom-nichel. În funcție de compoziția chimică proprietățile aliajului variază astfel: densitatea 7,10—7,25 kg/dm³, p.t. 1510°C, rezistența de rupere la tracțiune 64—83 daN/mm² și rezistivitatea electrică 1,35—1,45 $\Omega \cdot mm^2/m$. Se recomandă a fi utilizat pînă la temperaturi de 1300—1350°C. Poate fi laminat sau trefilat.

**KERARGIRIT,** AgCl, mineral de argint. Cristalizează în sistemul cubic și prezintă culoare albă, gri sau violet. Are duritatea 1,5—2,0 (scara Mohs) și densitatea 5,30—5,60 kg/dm³. Conține 75,27% Ag, 24,73% Cl și ca impurități, Hg pînă la 2%. Se găsește în cantități mari în Perú, Bolivia, U.R.S.S., S.U.A. etc. Se folosește ca materie primă în metalurgia argintului.

**KIESERIT,** $MgSO_4 \cdot H_2O$, mineral de magneziu. Cristalizează în sistemul monoclinic și prezintă culoarea albă, gri sau gălbuie; are duritatea 3—3,5 (scara Mohs) și densitatea 2,6 kg/dm³. Conține 58% $SO_3$, 29% MgO și 13% $H_2O$. Se găsește în cantități mari în R. D. Germană, R. F. Germania, U.R.S.S., India etc. Se utilizează ca materie primă în metalurgia magneziului.

**KOVAR,** aliaj cu 20—30% Ni, 20—40% Co, rest % Fe, cu coeficient de dilatare liniară aproape nul sau chiar negativ.

**KURDIUMOV, GHEORGHI VIACESLAVOVICI** (n. 14 febr. 1902, Leningrad), fizician și metalurg sovietic. Profesor la Universitatea din Dnepropetrovsk. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Studii privind fenomenele de călire și revenire a oțelului și transformările de faze. Cercetări asupra difuziei în metale și aliaje. În colaborare cu I. M. Soliacov ș.a., a studiat (1925—1930) cinetica fenomenului de conversie a austenitei în martensită la temperaturi joase; a demonstrat că suprasaturarea soluției solide de C în Fe γ provoacă deformarea rețelei austenitei formîndu-se rețea tetragonală de martensită.

**Op. pr.:** *Termiceskaia obrabotka stali v svete rentghenograficeskih isledovanii* (1932); *Obșcie zakonomernosti fazovîh prevrașcenii v evtektoidîh splavah* (1936); *The Use of X — Ray Structure Analysis Methods for Study of the Tempering of Chilled Steel* (1950).

**KURNAKOV, NIKOLAI SEMIONOVICI** (n. 6 dec. 1860, Nolinsk, Kirov — m. 19 mart. 1941, Barbiha, Moscova),

Scanned with OKEN Scanner

chimist sovietic. Profesor la Institutul de Mine, Institutul Electrotehnic și la Institutul Politehnic din Petersburg (azi, Leningrad). Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Cercetări în domeniul teoriei soluțiilor și chimiei compușilor complecși. A elaborat bazele teoretice ale analizei termice și a folosit pentru prima dată această metodă la studiul compoziției mineralogice a bauxitelor. Inventator al pirometrului înregistrator. A dezvoltat (1881) teoria aliajelor.

**Op. pr.:** *Vvedenie v fizico-himiceskih analiz* (1940), *Izbratelistvo trudî* (1960—1963).

Scanned with OKEN Scanner

# L

**LABIRINT,** clasor hidraulic utilizat pentru clasarea gravimetrică a materialelor solide (minereuri etc.) în curent de apă. Este format din canale a căror lățime crește treptat, în timp ce adîncimea se păstrează aceeași (cca 0,5 m). Datorită acestui fapt viteza curentului de tulbureală scade încet și materialul solid are posibilitatea să se depună. Pe fundul canalelor sînt așezați din distanță în distanță pereți verticali cu înălțime mică, perpendicular pe direcția de scurgere a curentului de tulbureală, spre a se putea separa diferite clase de materiale ce se depun. Materialul depus pe fundul canalelor este scos cu ajutorul lopeților.

**LAC DE BACHELITĂ, RĂȘINI SINTETICE**

**LAMINARE,** procedeu de deformare plastică a metalelor și aliajelor prin trecerea materialului printre doi cilindri, avînd o mișcare de rotație, în general, în sens invers (fig. L. 1). Se realizează în secții de laminare. Procedeu larg răspîndit (peste 75% din producția mondială de oțel se prelucrează prin **L.**) **L.** se aplică industrial de la sfîrșitul sec. XVIII. Prin **L.** materialele metalice își micșorează grosimea (secțiunea), alungindu-se. Paralel cu reducerea grosimii are loc, de obicei, și creșterea lățimii. Prelucrarea poate fi executată la cald (la temperaturi superioare de recristalizare) sau la rece (la temperaturi inferioare temperaturii de recristalizare). Spre deosebire de alte procedee de deformare plastică, în timpul **L.** zona de deformare (porțiunea din material care suferă deformarea, într-un anumit moment al **L.**) cuprinde o porțiune mică din material, limitată de planul care trece prin punctele inițiale de contact ale materialului cu cilindri de **L.** și planul care trece prin axele cilindrilor. Deformarea care se produce în timpul **L.**

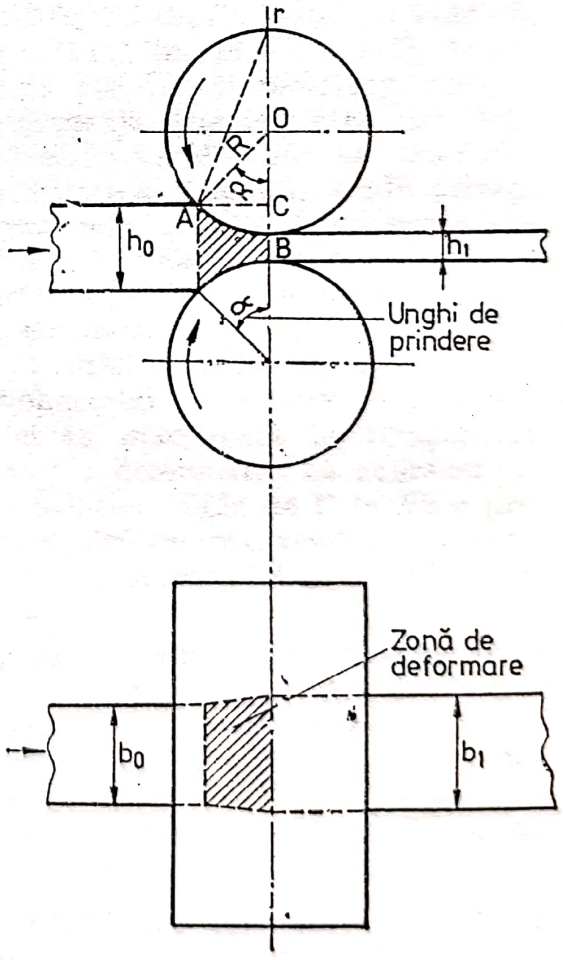



**Fig. L. 1.**

Scanned with OKEN Scanner

se apreciază prin reducerea relativă, $\Delta h$, a grosimii și lățirea relativă, $\Delta b$. Reducerea relativă se calculează cu raportul dintre reducerea absolută și grosimea inițială a materialului și se exprimă în procente, astfel: $\Delta h = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100$. În același mod se calculează și lățirea relativă: $\Delta b = \frac{b_1 - b_0}{b_0} \cdot 100$. Lățirea absolută, $\Delta B$, în mm, a materialului în timpul **L.** se mai poate calcula și în funcție de reducerea relativă, cu ajutorul formulei lui Siebel: $\Delta B = (0{,}35 \ldots 0{,}45) \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot l$, în care $l$ este lungimea arcului de contact. Pentru cilindri de **L.** cu raza $R$, lungimea arcului de contact, exprimată în mm, se determină cu relația: $l = \sqrt{R(h_0 - h_1)}$. Efectul deformării prin **L.** asupra materialului mai poate fi apreciat și în funcție de coeficienții de deformare. În vederea **L.**, lingourile sau semifabricatele se curăță de oxizi și de alte defecte, eliminîndu-se retasurile prin tăiere cu flacără oxiacetilenică. Unele semifabricate se debitează la anumite dimensiuni. Urmează apoi operația de încălzire pînă la temperatura de început de **L.** și, apoi, **L.** propriu-zisă. În final, produsul se debitează la dimensiunile prescrise și în unele cazuri este supus unor operații de prelucrare mecanică (frezare, filetare etc.). Cu ajutorul operațiilor de **L.** se obțin semifabricate (blumuri, brame, țagle și platine) și produse finite (table, benzi, țevi, profile simple sau fasonate și laminate speciale). În procesul de **L.** intervin, în principal, următorii parametri: avans de laminare, forță de laminare, moment de deformare, număr de treceri, timp de laminare, unghi de prindere. *Avansul de laminare* reprezintă diferența între viteza de ieșire a laminatului dintre cilindri de laminare, $V_1$ și viteza periferică a acestor cilindri, $V_0$. Se exprimă în procente și se stabilește pe baza relației: $V = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \cdot 100$. Se determină pe cale experimentală, marcînd două semne pe circumferința cilindrilor, la o anumită distanță, $l$. În timpul **L.** aceste semne se imprimă pe material la o distanță, $L$, mai mare decît distanța de pe cilindri. În acest caz avansul, $a$, se determină cu relația: $a = \frac{L - l}{l} \cdot 100$. În general, avansul de laminare variază între 3 și 10%. *Forța de laminare*, $P$, reprezintă forța de apăsare a materialului metalic pe cilindri și este produsul dintre suprafața de contact a laminatului cu cilindrii, $S$, și presiunea specifică, $p$; se exprimă în daN, cu ajutorul relației: $P = p \cdot S$. În cazul laminării simple, suprafața de contact se obține din produsul între lățirea absolută și lungimea arcului de contact, $l$. Stabilirea presiunii specifice se poate face cu ajutorul mai multor relații (formulele lui Țelikov, Ekelund, Siebel etc.) fiind influențată de condițiile de **L.** ca: reducerea relativă, temperatura de laminare, calitatea materialului metalic etc. *Momentul de deformare* reprezintă momentul necesar pentru rotirea cilindrilor de laminor în vederea laminării unui lingou sau semifabricat. Se poate determina cu ajutorul lucrului mecanic consumat pentru deformarea materialului, $A$, sau pe baza forței de laminare, $P$. În funcție de lucrul mecanic, momentul de deformare, $M_D$, se poate stabili cu relația: $M_D = \frac{AR}{l}$, $R$ fiind raza cilindrilor de laminor iar $l$, lungimea arcului de contact. *Unghiul de prindere*, (fig. L. 2), este unghiul format din dreapta care unește centrele cilindrilor de laminare și de raza cilin-

drului la primul punct de contact dintre cilindru și metal. Valoarea unghiului de prindere $\alpha$ se determină din relația: $\cos\alpha = 1 - \frac{H-h}{D}$, în care $D$ reprezintă diametrul cilindrilor de laminare. În funcție de condițiile de **L.** (diametrul cilindrilor,

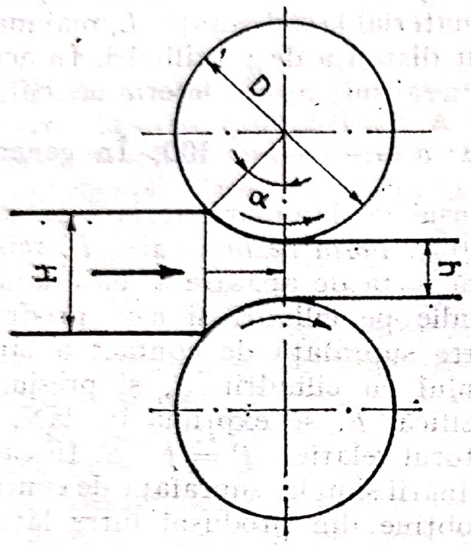



**Fig. L. 2.**

reducerea absolută, temperatura de laminare etc.), unghiul de prindere nu depășește o anumită valoare; în cazul oțelurilor variază în mod frecvent între 5 și 24°. În funcție de sensul de mișcare a cilindrilor și a materialului metalic se disting următoarele procedee de laminare:

**laminare elicoidală,** procedeu de laminare care folosește cilindri ce se rotesc în același sens și cu axele înclinate, sub un anumit unghi; în timpul laminării materialul capătă o mișcare elicoidală. Se aplică la fabricarea țevilor fără sudură.

**laminare longitudinală,** procedeu de laminare în direcția axei longitudinale a materialului; are loc prin rotirea cilindrilor în sens invers. Cristalele, din care este format materialul, se alungesc în direcția de deformare, materialul căpătînd o structură fibroasă. Aproximativ 90% din produsele laminate se realizează prin **l. l.**

**laminare transversală,** procedeu de laminare caracterizat prin laminarea materialului cu axa longitudinală perpendiculară pe direcția de laminare, lungimea produsului rezultînd din lățirea inițială a materialului, iar lățirea din alungirea acestuia. Se aplică, curent, la fabricarea tablelor groase și subțiri. Prezintă avantajul că înlătură structura fibroasă a materialului metalic (care se obține în cazul laminării longitudinale) uniformizînd proprietățile atît în direcția de laminare cît și perpendicular pe aceasta.

**LAMINOR,** instalație complexă pentru prelucrarea prin laminare la cald sau la rece a materialelor metalice. Primul document (desen și descriere) care prezintă un **L.** destinat laminării staniului datează din 1495 și aparține lui Leonardo da Vinci. Acționate inițial manual, spre sfîrșitul sec. XVI, **L.** încep să fie acționate cu ajutorul energiei apei. Primul **L.** cu cilindri calibrați pentru prelucrarea oțelului a fost proiectat de H. Cort. În 1854, a intrat în funcțiune în cadrul uzinelor Krupp (Germania) primul **L.** pentru bandajele roților de cale ferată, iar în 1856—1857 la Saar (Germania) a intrat în funcțiune primul **L.** de profile metalice grele din oțel. Elementele principale din care se compune un **L.** sînt: caja de lucru sau caja de laminare, motoarele de acționare a cilindrilor și mecanismele de transmisie a mișcării de rotație de la motor la cilindri (fig. L. 3). *Caja de lucru* cuprinde cilindri rotitori cu ajutorul cărora are loc deformarea materialului. Pentru antrenarea cilindrilor de laminor se folosesc *motoare electrice de curent alternativ* sau *de curent continuu*. Motoarele de curent alternativ folosite pentru acționarea cilindrilor de laminor sînt asin-

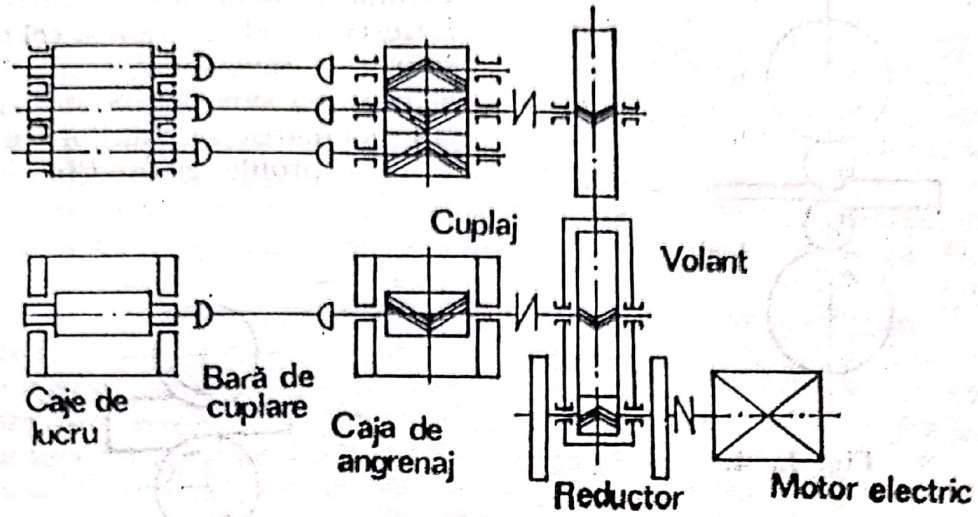



Fig. L. 3.

crone și au o putere pînă la cca 3 000 kW. Se utilizează în special, pentru laminoarele nereversibile (cu cilindri care se rotesc numai într-un singur sens), care nu necesită variații mari de viteză. Deoarece motoarele de curent alternativ nu permit variații mari de viteză și nu rezistă la șocuri mari, se utilizează foarte des și, în special, la laminoarele reversibile (cu posibilitatea de rotație a cilindrilor în ambele sensuri) motoarele de curent continuu. În acest caz, pentru antrenare se aplică sistemul Ward-Leonard, în care mișcarea de rotație transmisă arborelui principal se face de către un motor electric de curent continuu, alimentat de la un generator de curent continuu care, la rîndul său, se cuplează cu un motor electric de curent alternativ, legat la rețea. *Mecanismele de transmisie* a mișcării de rotație de la motor la cilindri cuprind: barele și manșoanele de cuplare, caja de angrenaj, cuplaje, reductoare și volanți. În funcție de tipul constructiv al L. aceste elemente pot intra parțial sau total în alcătuirea mecanismelor de transmisie a mișcării de rotație. Barele și manșoanele de cuplare sînt organe folosite pentru transmisia mișcării de rotație de la cajele de angrenaj la cilindri de laminare și între aceștia cînd cajele sînt dispuse liniar. Reductoarele au rolul de a reduce turația motorului pînă la o valoare necesară vitezei de laminare și se utilizează în cazul laminoarelor ireversibile. Laminoarele ireversibile sînt prevăzute și cu volanți care au scopul de a uniformiza sarcina transmisă de la cilindri la motor, în momentul laminării și în timpul pauzelor. L. mai este dotat cu dispozitive de dirijare a laminatului la intrarea și ieșirea dintre cilindri și de asemenea cu o serie de utilaje auxiliare cu ajutorul cărora se execută unele operații ajutătoare sau se realizează operații din cadrul procesului tehnologic de laminare (căi cu role, mese de ridicat, răsturnătoare, foarfece, mașini de îndreptat etc.). În funcție de numărul de cilindri pot fi:

**laminor cvarto,** (fig. L. 4), laminor al cărei caje de lucru este formată din patru cilindri, dintre care cei doi, din mijloc, sînt de sprijin și au un diametru mai mic decît cilindrii din exterior. Cilindrii din interior sînt acționați prin contact, de cilindrii exteriori.

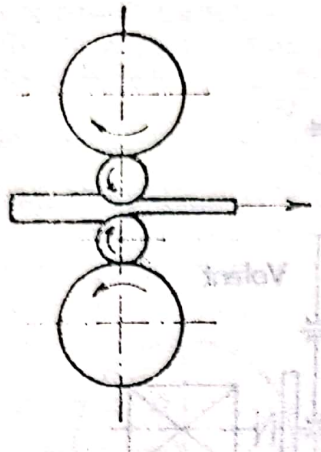


Fig. L. 4.

**laminor duo,** (fig. L. 5), laminor a cărui caje de lucru este alcătuită din doi cilindri. Pot fi laminoare duo nereversibile în care sensul de rotație al cilindrilor este constant și laminoare duo reversibile, la care sensul de rotație poate fi inversat. Ca urmare, materialul laminat poate trece printre cilindri în ambele sensuri (înainte și înapoi). *Laminoarele duo*

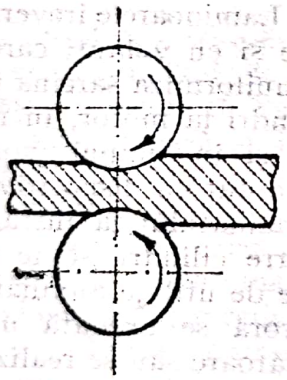


Fig. L. 5.

*reversibile* se aplică pentru laminarea profilelor grele și a tablei groase. *Laminoarele duo nereversibile* se folosesc în scopul laminării tablelor subțiri și a laminării la rece a tablelor și benzilor.

**laminor trio,** (fig. L. 6), laminor a cărui caje de lucru este formată din trei cilindri cu diametre egale (fig. L. 6, *a*) sau neegale (fig. L. 6, *b*). Laminatul se deplasează într-un sens, între cilindrul inferior și cel mijlociu, și în sens invers, între cilindrul mijlociu și cel superior. Se folosesc pentru laminarea blumurilor, șinelor și a altor profile grele. Cînd cilindrul

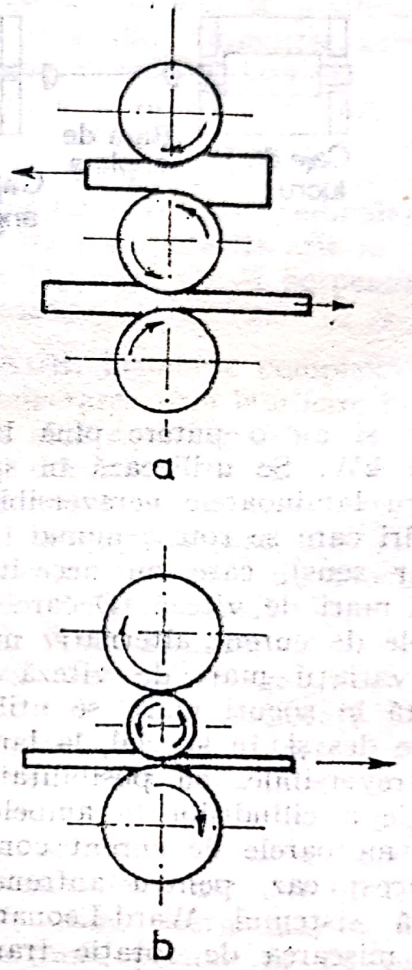



Fig. L. 6.

din mijloc este liber și are un diametru mai mic laminorul se numește *laminor trio Lauth* (fig. L. 6, *b*). Acesta nu este acționat și se rotește datorită frecării cu unul din ceilalți doi cilindri, deoarece se poate deplasa liber în sus sau în jos. La fiecare trecere acest cilindru este apăsat fie de cilindrul superior, fie de cel inferior, care îl antrenează. Se utilizează pentru laminarea tablelor groase și mijlocii. După destinație, se clasi-

fică în: laminoare degrosisoare, laminoare pentru profile, laminoare pentru sîrmă, laminoare pentru table, laminoare pentru țevi, laminoare pentru benzi, laminoare pentru bandaje și roți și laminoare speciale, iar după particularitățile trenului de laminare în: laminoare liniare, laminoare în tandem, laminoare continue.

**laminor continuu,** (fig. L. 7), laminor în care prelucrarea materialului metalic are loc simultan în mai multe caje de lucru sau în toate cajele care alcătuiesc laminorul. Acționarea cajelor de lucru poate fi individuală sau în grup. Debitul de material laminat, calculat pe baza produsului dintre secțiunea și viteza acestui material la ieșirea dintre cilindri, este constant pentru toate cajele și se poate exprima prin relația: $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 = \ldots v_n \cdot A_n = \text{const.}$ **l. c.** permite realizarea deformării plastice a materialului la viteze mari, realizînd o productivitate ridicată. Deoarece în timpul laminării temperatura materialului se menține la un nivel ridicat, durabilitatea cilindrilor este mai mare decît în cazul altor cilindri de laminor.

**laminor degrosisor,** laminor destinat laminării lingourilor în semifabricate (blumuri, brame, țagle și platine). Principalele **l. d.** de acest tip sînt *blumingurile* și *slebingurile*.

**laminor netezitor,** laminor utilizat pentru uniformizarea grosimii și netezirea asperităților țevilor laminate fără sudură. Reprezintă o parte componentă a unui laminor pentru țevi. Țeava obținută în laminorul automat este prelucrată, în continuare, în **l. n.** cu ajutorul căruia se mărește diametrul interior și exterior, suprafața interioară devine netedă, iar țeava capătă o formă rotundă. Instalațiile moderne au, de regulă, două **l. n.,** deoarece productivitatea **l. n.** este mai mică decît a laminorului automat. Principalele utilaje care alcătuiesc **l. n.** sînt: mecanismul de antrenare, cuplajul principal, caja de lucru, caja de antrenare și dispozitivul de schimbarea dopurilor. Prelucrarea țevii la **l. n.** se face prin laminare pe dop între doi cilindri oblici. Procesul de laminare este asemănător cu procesul de perforare *(→ laminor perforator)*, cajele de lucru fiind analoage. Cilindrii de lucru au o poziție înclinată unul față de celălalt, formînd un unghi de 6°—8°30′ cu caja de laminare. **l. n.** este acționat de un motor electric de curent continuu, cu turație reglabilă, prin caja de antrenare, cuplaje, arbori intermediari de antrenare a cilindrilor. Dopurile folosite pentru laminare au de obicei profilul conic și se confecționează din fontă cu 0,3—0,8% Cr.

**laminor pentru bandaje,** laminor destinat producerii bandajelor pentru roți. Este alcătuit din patru cilindri și patru role de ghidare. Primii doi cilindri sînt verticali și servesc la formarea suprafeței de rulare și a suprafeței interioare; ultimii doi cilindri au o poziție înclinată și au sco-

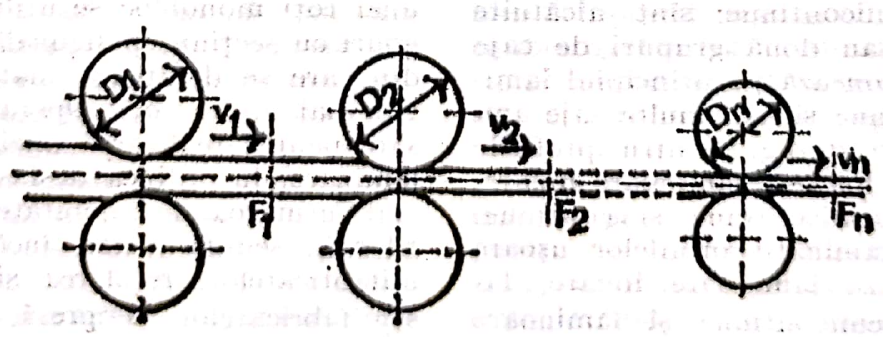



**Fig. L. 7.**

pul de a prelucra suprafața frontală. Exceptînd cilindrul de prelucrare a suprafeței din interior, toți ceilalți cilindri sînt antrenați de la grupul motor. Ca materie primă pentru fabricarea bandajelor se folosesc lingouri, cu secțiunea transversală poligonală, din care se debitează prin tăiere material (felii) pentru mai multe bandaje. Desfășurarea operațiilor necesare pentru producerea unui bandaj prin laminare se prezintă astfel: debitarea materialului în felii, încălzirea, refularea la presă și găurirea, lărgirea găurii și calibrarea bandajului pe înălțime, laminarea și tratamentul termic.

**laminor pentru profile,** laminor destinat pentru obținerea profilelor metalice. În funcție de greutatea și forma profilului laminat se folosesc mai multe tipuri de laminoare. Pentru laminarea profilelor grele se utilizează în principal: laminoare duo reversibile, laminoare trio, laminoare în serie (tandem) și laminoare semicontinue. Laminoarele trio prezintă unele avantaje față de laminoarele duo reversibile, în prezent fiind preferate. În mod obișnuit, pentru laminarea profilelor grele, cajele laminoarelor trio se amplasează în două linii sau în trei linii. Laminoarele în serie sînt formate din 8—12 caje amplasate una după alta, astfel distanțate încît laminatul să nu intre în caja următoare pînă ce nu a ieșit complet din caja anterioară. Materialul care se laminează trece o singură dată prin fiecare caje. Laminoarele semicontinue sînt alcătuite din unul sau două grupuri de caje care funcționează pe principiul laminării continue și mai multe caje amplasate în zigzag. Pentru profilele mijlocii se folosesc laminoare liniare, în serie, semicontinue și continue. În cazul laminării profilelor ușoare se utilizează laminoare liniare, laminoare semicontinue și laminoare continue. Diametrul cilindrilor de laminor pentru diversele categorii de profile este variabil: 750—950 mm pentru laminoarele de profile grele, 350—500 mm pentru laminoarele de profile mijlocii și 250—350 mm pentru laminoarele de profile ușoare. Tăblia cilindrului de laminor este prevăzută cu calibrele necesare pentru obținerea laminatului la profilul dorit.

**laminor pentru roți,** laminor specializat pentru producerea roților de cale ferată. Se compune din șapte cilindri, dintre care primii trei sînt cilindri de presiune și prelucrează suprafața de lucru a roții. Următorii doi cilindri prelucrează suprafața interioară și frontală, iar ultimii doi cilindri au rol de ghidare (fig. L. 8). Cilindrii pentru formarea suprafeței interioare și frontale a roții sînt înclinați. Aceștia ca și cilindrul principal (primul cilindru) sînt puși în funcțiune cu ajutorul motoarelor electrice de curent continuu și la pornirea laminorului, acționează asupra semifabricatului, imprimîndu-i o mișcare de rotație. Semifabricatul la rîndul său antrenează în mișcare, datorită frecărilor, și restul de cilindri. În timpul laminării, diametrul roții se mărește din care motiv numai cilindrul principal de acțiune este fix, ceilalți cilindri își pot modifica poziția. Toate angrenajele laminorului sînt protejate împotriva pătrunderii țunderului. După laminare roata este trecută mai departe la utilajele care execută și celelalte lucrări necesare. Ca materie primă pentru execuția unei roți monobloc se utilizează lingouri cu secțiune poligonală din oțel, din care se debitează material pentru mai multe roți. Operațiile necesare pentru realizarea unei roți prin laminare, în ordinea desfășurării lor, sînt următoarele: debitarea lingourilor în semifabricate, încălzirea semifabricatelor, refularea și găurirea semifabricatelor la presă, formarea inițială a semifabricatelor la presă,

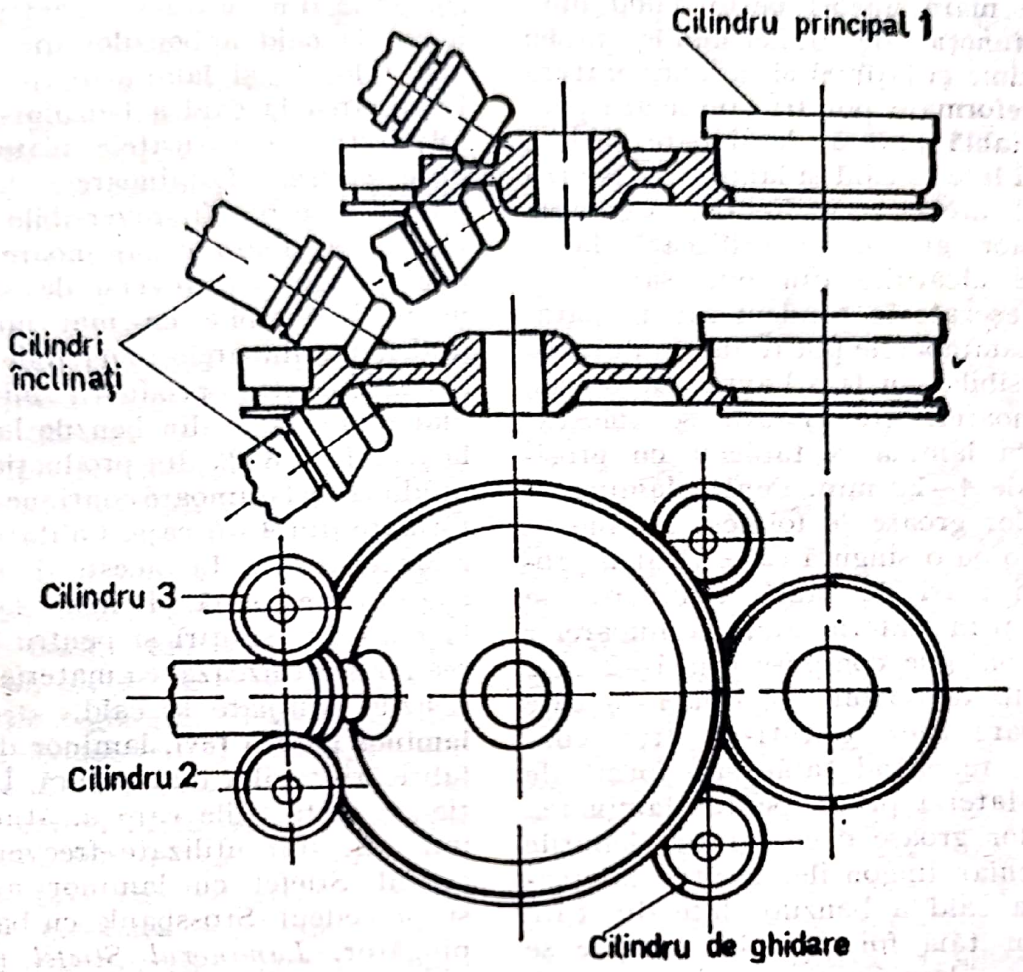



Fig. L. 8.

laminarea, îndreptarea și calibrarea la presă și, în final, tratamentul termic. Prin laminare se pot obține roți cu diametre de 800—1050 mm.

**laminor pentru sîrmă,** laminor destinat producerii sîrmei cu diametru de 5—12 mm, sub formă de colaci, prin laminare la cald. În afară de sîrmă, mai pot produce oțel rotund pînă la dimensiuni de 30 mm. Cilindrii de laminor care alcătuiesc cajele de lucru pentru laminarea sîrmei au diametrul de 250—300 mm. Pot fi: laminoare semicontinue și laminoare continue. În prezent, nu se mai construiesc laminoare liniare pentru sîrmă. Cele mai moderne **l. pentru s.** sînt laminoarele continue, cu două, trei sau patru fire. Cu ajutorul acestora se pot obține colaci de sîrmă de 400—500 kg și la un diametru de cca 1000 mm. Un **l. pentru s.** pentru cabluri este alcătuit dintr-un tren de laminare pregătitor, un tren de laminare intermediar și două blocuri finisoare. Trenul pregătitor cuprinde șase caje prevăzute cu cilindri avînd calibre romb-pătrat sau oval-pătrat. Trenul intermediar este format din opt caje cu cilindri avînd calibre oval-pătrat, ultima caje avînd calibrele rotunde. Blocurile finisoare sînt construite din cîte opt caje fiecare, montate în cîte un cadru și prevăzute cu foarfece în caz de avarii.

**laminor pentru table,** laminor folosit pentru producerea tablelor sau benzilor, în majoritate din oțel, laminate la cald sau la rece, folosind în acest scop cilindri cu tăblia de lun-

gime mare, uneori peste 5 000 mm. În funcție de dimensiunile tablei (grosime și lățime) și de temperatura de deformare pot fi: laminoare pentru tablă groasă, laminoare pentru benzi late la cald și laminoare pentru benzi late la rece. Pentru laminarea tablelor groase se utilizează laminoare alcătuite din una sau două caje așezate în tandem sau în paralel. Laminoarele pot fi duo sau cvarto reversibile sau trio Lauth. De obicei, laminoarele trio Lauth se folosesc pentru laminarea tablelor cu grosimea de 4—25 mm. Pentru laminarea tablelor groase se folosesc laminoare cvarto cu o singură caje. Pentru producții mari de tablă, laminarea se face prin intermediul laminoarelor semicontinue compuse din 1—2 caje (cvarto reversibile) și din 4—6 caje finisoare așezate într-un tren continuu, rezultînd table sub formă de foi. Materia primă pentru laminarea tablelor groase o constituie sleburile sau chiar lingourile. Pentru laminarea la cald a benzilor late din care se pot tăia foi de tablă subțire se folosesc laminoare continue, laminoare semicontinue și laminoare Steckel. Laminoarele continue pentru benzi late la cald asigură o productivitate mare și o bună calitate a suprafeței tablei laminate. Ele sînt formate din 4—6 caje degrosisoare amplasate în tandem și 4—7 caje finisoare continue. Nici una din caje nu este reversibilă și prin fiecare caje are loc o singură trecere. Laminoarele semicontinue sînt alcătuite dintr-o caje degrosisoare reversibilă în care se fac mai multe treceri și din 4—7 caje finisoare continue unde are loc o singură trecere. Laminoarele Steckel sînt compuse dintr-o caje degrosisoare reversibilă și dintr-o caje finisoare (tip laminor cvarto), avînd în față și în spate cîte un cuptor în care se află ruloare (înfășurătoare). După fiecare trecere prin caje finisoare materialul este înfășurat pe ruloarele din cuptoare. Pentru laminarea la cald a benzilor din oțel se mai folosesc și laminoare planetare. Laminarea la cald a benzilor se face folosind semifabricatele plate denumite *platine*. Laminoarele de benzi late la rece pot fi: reversibile și continue. Se folosesc laminoare continue cvarto sau reversibile și laminoare reversibile cu mai mulți cilindri. Laminoarele reversibile se utilizează pentru producții mici, cea mai mare parte din benzile laminate la rece (cca 85% din producție) obținîndu-se cu laminoare continue cvarto, formate din 4—6 caje. Calitatea benzilor obținute la aceste laminoare este foarte bună. Benzile laminate la rece sînt subțiri și pentru obținerea lor se utilizează, ca materie primă, benzile laminate la cald.

**laminor pentru țevi,** laminor destinat fabricării țevilor fără sudură. În funcție de instalațiile care alcătuiesc laminorul, sînt utilizate frecvent procedeul Stiefel cu laminor automat și procedeul Stossbank cu banc împingător. *Laminorul Stiefel* permite obținerea unei game mari de țevi: cu diametru cuprins între 57 și 429 mm, lungimea pînă la 15 m și grosimea peretelui între 3 și 60 mm. *Laminorul Stossbank* cu banc împingător se folosește pentru fabricarea țevilor cu diametru mic de 66—219 mm cu grosimea de perete de 3—8 mm și lungimea pînă la 12 m. Prezintă avantajul obținerii unor țevi cu suprafețe interioare și exterioare de calitate superioară. Laminorul Stiefel este alcătuit în principal dintr-un laminor perforator, un laminor automat, două laminoare netezitoare identice din punct de vedere constructiv și un laminor calibror. Potrivit tehnologiei de laminare caracteristică acestui procedeu, țaglele încălzite sînt prelucrate, la început, în laminorul perforator pentru obținerea eboșelor. Pentru țevi cu pereții subțiri și diametre mari, eboșa

se trece prin încă un perforator care mărește diametrul și subțiază peretele. Laminorul automat face parte din categoria laminoarelor duo și se folosește pentru micșorarea diametrului și grosimii eboșelor pînă la dimensiuni apropiate de țeava finită. Pentru aceasta în interiorul eboșei se introduce un dop metalic, montat pe o bară din oțel. În urma trecerii forțate prin cilindrii laminorului se obține țeava cu un anumit diametru exterior (format de calibrul cilindrilor) și interior (dictat de diametrul exterior al dopului). Caja de lucru a laminorului automat este confecționată din oțel turnat și este formată din două cadre sprijinite pe două plăci de bază. Laminorul este acționat de un motor de curent continuu cu turație reglabilă. Procesul de deformare la laminorul automat prevede două sau mai multe treceri, după fiecare trecere țeava fiind răsturnată cu 90°. În cazul cînd se laminează țevi cu diametrul exterior mare și grosimea mică de perete, înaintea introducerii în laminorul automat, se prevede o reîncălzire a eboșelor într-un cuptor intermediar. Dopurile folosite la laminorul automat au o suprafață tronconică și una cilindrică și sînt confecționate din oțel și au duritatea Brinell $HB = 360—480$. Deoarece țevile obținute din laminorul automat nu au pereți de grosime uniformă se prelucrează în continuare în laminorul netezitor. Dimensiunile finale ale țevii se obțin în urma prelucrării la laminorul calibror, format din 3—7 caje, amplasate continuu și acționate individual sau în grup. Laminarea are loc fără dorn. Procesul tehnologic și principalele utilaje pentru fabricarea țevilor la laminorul Stossbank cu banc împingător se prezintă astfel: după debitare, din țagle pătrate sau rotunde, materialul se încălzește și se introduce la presa hidraulică pentru obținerea eboșei de forma unui pahar. Eboșa se prelucrează la laminorul elongator care funcționează după principiul laminării oblice cu doi cilindri înclinați față de axa de laminare. La unele laminoare, s-a renunțat la elongator astfel că eboșele sînt trecute direct la bancul împingător. Pentru aceasta dornul introdus în eboșe este acționat de o cremalieră care împinge materialul printr-o serie de filiere cu role unde peretele se reduce treptat. Grosimea peretelui țevii finite este determinată de dimensiunile spațiului inelar format între calibrul rolelor ultimei filiere și dorn. Deoarece dornul aderă puternic la țeavă, pentru extragerea acestuia, țeava se introduce la expanzitor unde are loc o lărgire a diametrului interior. După extragerea dornului se retează fundul țevii cu ferăstrăul, se reîncălzește și se introduce într-un laminor calibror, alcătuit din 5—7 caje. În final țeava este trecută într-un laminor reductor, (fig. L. 9), compus din 11—18 caje, în scopul micșorării diametrului exterior pînă la valoarea stabilită.

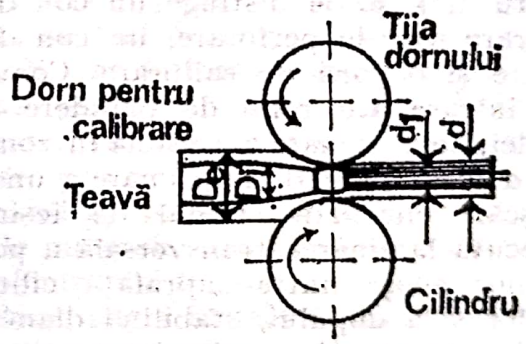



**Fig. L. 9.**

**laminor perforator,** (fig. L. 10), laminor destinat obținerii eboșelor folosite pentru fabricarea țevilor fără sudură. Reprezintă o parte componentă a unui laminor de țevi care produce țevi după procedeul Stiefel. Este compus din doi cilindri bitronconici ale căror axe formează între ele un anumit unghi. Axa cilindrilor

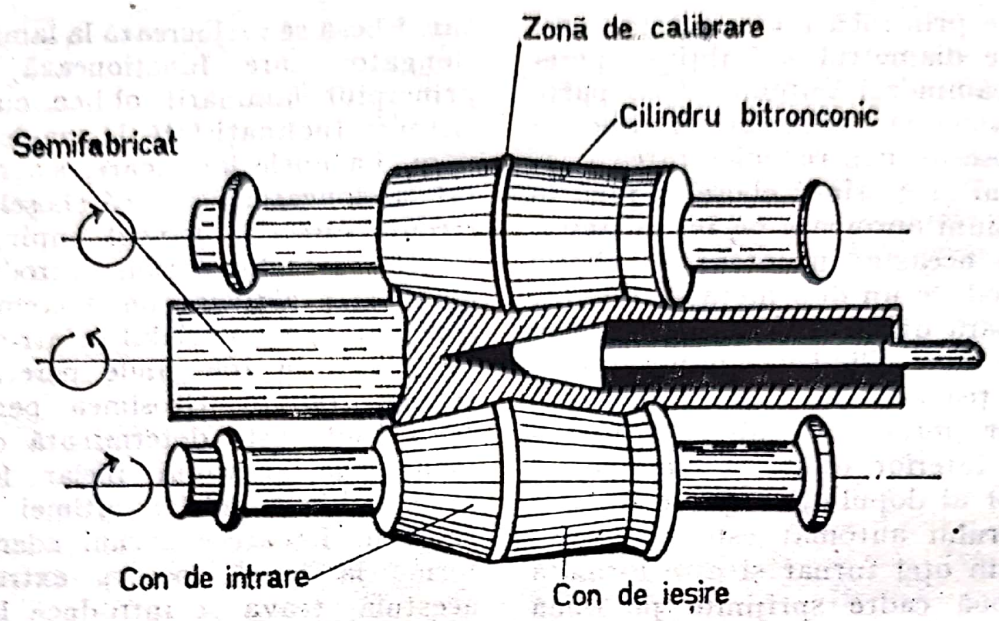



**Fig. L. 10.**

față de axa de laminare formează un unghi cuprins între 5 și 12°. Cilindrii se rotesc în același sens și ca urmare materialul primește o mișcare de rotație și datorită înclinației axelor cilindrilor, mai primește o mișcare de avans: rezultanta este o laminare elicoidală. La cilindrul de lucru al **l. p.** se distinge un con de intrare sau de perforare, un con de ieșire și o zonă de calibrare. Conul de intrare are rolul de prindere a țaglei, de antrenare a acesteia în zona de deformare și de imprimare a unei mișcări elicoidale. Conul de ieșire execută laminarea transversală a pereților eboșei între suprafața cilindrilor și a dopului, stabilind diametrul interior și grosimea pereților. Diametrul exterior al eboșei se obține în zona de calibrare. În zona axială a materialului se creează tensiuni mari care provoacă o afînare a părții centrale, formînd un gol de formă neregulată. Pentru uniformizare se introduce un dop cu ajutorul căruia se obține o grosime egală pe toată lungimea eboșei. Dopurile se execută din oțel cu 1,25—1,65% Cr și 2,6—3,2% Ni. În timpul operației de perforare, dopurile sînt acționate prin intermediul unor tije de laminare, formate din două țevi prinse prin înșurubarea unui niplu și răcite în interior cu apă. Cilindrii **l. p.** se execută din oțel forjat cu o duritate Brinell $HB = 240-360$.

**laminor planetar,** laminor destinat, în special, producerii, la cald, a benzilor late. Este format dintr-o singură caje de lucru avînd doi cilindri pe care se rotesc un număr mare de cilindri sateliți. Pentru introducerea materialului se folosește o caje de antrenare amplasată, de obicei, înaintea cajei de lucru. Permite obținerea benzilor laminate la cald printr-o singură trecere a bramei.

**laminor pregătitor,** laminor destinat laminării blumurilor în țagle sau a sleburilor în platine. **l. p.** moderne sînt laminoare continue.

**LAMINORIST,** lucrător calificat care participă direct în procesul de deformare plastică a materialelor metalice prin laminare.

**LANCE DE INSUFLARE,** utilaj metalurgic folosit la elaborarea oțelu-

rilor pentru suflarea oxigenului sub formă de jet, deasupra băii metalice. Uneori lancea este introdusă chiar în baia metalică. Pentru convertizoarele cu suflare de oxigen pe sus, **L. de I.** este formată dintr-o țeavă de oțel prevăzută cu pereți dubli, prin care circulă apă de răcire. La exterior este îmbrăcată în material refractar asigurîndu-se o mai bună protecție față de temperaturile ridicate și acțiunea stropilor de metal sau zgură. Are o lungime variabilă cuprinsă între 7 și 14 m. Capul lancei se confecționează din cupru și conține un ajutaj prevăzut cu mai multe orificii pentru evacuarea oxigenului.

**LANTAN,** La, element metalic din grupa a III-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 57, masa atomică 138,91, valența III. A fost descoperit (1839) de C. G. Mosander. Se găsește în natură sub formă de combinații alături de celelalte metale din grupa lantanoidelor. Are culoarea alb-argintie și prezintă următoarele modificații alotropice: $\alpha$ — cristalizează în sistemul hexagonal compact și este stabilă între 271 și 310°C; $\beta$ — cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate fiind stabilă între 310 și 868°C și $\gamma$ — cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și prezintă stabilitate la temperaturi mai mari de 868°C. Maleabil și ductil, **L.** are densitatea 6,17 kg/dm$^3$, p.t. 920°C, p.f. 4500°C și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,598 $\Omega \cdot mm^2/m$. Din punct de vedere chimic este un element activ: se dizolvă în acizi diluați cu degajare de hidrogen. La cald se combină cu oxigenul, sulful, azotul, carbonul etc. În aer uscat se oxidează, iar în aer umed se transformă în hidroxid (se păstrează în vase închise sub un strat de benzen). Se utilizează la elaborarea unor aliaje speciale.

**LANTANOIDE,** grup de 15 elemente metalice avînd numere de ordine cuprinse între 57 și 71, în sistemul periodic al elementelor. Deoarece lantanul (La) este primul element din această serie, întreaga grupă de metale poartă denumirea de **L.** Celelalte 14 metale, în ordinea numerelor lor atomice sînt: ceriu (Ce), praseodim (Pr), neodim (Nd), prometiu (Pm), samariu (Sm), europiu (Eu), gadoliniu (Gd), terbiu (Tb), disprosiu (Dy), holmiu (Ho), erbiu (Er), tuliu (Tm), yterbiu (Yb) și lutețiu (Lu). Descoperirea și stabilirea proprietăților tuturor acestor elemente au durat o perioadă foarte lungă (cca 140 de ani) și au preocupat numeroși savanți, printre care Mendeleev, Lecoq de Boisbaudran, Mosander, Bauner, Crookes, Moseley, Urbain, Auer von Welsbach ș.a. Prima descoperire în domeniul **L.** a făcut-o în anul 1787 mineralogul amator Karl Arrhenius. Acesta a descoperit în apropierea orășelului Ytterby de lîngă Stockholm un mineral necunoscut, pe care l-a denumit yterbit. Așa după cum s-a constatat mai tîrziu, acesta conținea mai multe elemente din familia **L.**; separate ulterior au primit denumiri asemănătoare (yterbiu, ytriu și erbiu). La început **L.** au fost considerate ca oxizi naturali, rar întîlniți, motiv pentru care au primit denumirea de pămînturi rare. În prezent s-a stabilit destul de precis că în natură se găsesc cantități importante de **L.** sub formă de minerale. Ele se găsesc în scoarța pămîntului într-o proporție mai mare decît unele metale obișnuite ca staniu, plumb, zinc sau aur. Proprietățile fizice și comportarea chimică asemănătoare explică dificultățile întîmpinate pentru identificarea și separarea lor. Această asemănare se explică prin faptul că toți atomii elementelor metalice din grupa **L.** au învelișul exterior alcătuit din același număr de electroni. În consecință și astăzi producerea pe scară industrială a unor metale din grupa

Scanned with OKEN Scanner

L. necesită o serie de tehnologii complexe. Din punct de vedere al proprietăților fizice, L. au o culoare cenușie, prezintă luciu metalic și au puncte de topire relativ scăzute. Sînt paramagnetice, iar la temperaturi joase sînt feromagnetice. Din punct de vedere chimic sînt trivalente și puternic electropozitive, caracter ce scade cu creșterea numărului atomic. Metalele din grupa L. au o gamă largă de utilizări în diverse ramuri industriale. În metalurgie se folosesc la elaborarea mischmetalului (amestec de metale) aliaj care conține: 50—55% ceriu, 22—25% lantan, 10—12% neodim, 4—6% praseodim, 1—3% samariu, 1—2% ytriu, 0,5—1,5% fier, siliciu, fosfor. Utilizarea acestui aliaj ca adaos în proporție de pînă la 1% contribuie la creșterea rezistenței mecanice și a rezistenței la coroziune a oțelurilor. Unele elemente din grupa L. se utilizează în industria sticlei (obținerea unor sticle speciale), în industria chimică (drept catalizatori), în medicină.

**LATERITĂ,** rocă compactă argiloasă sau silicioasă de culoare roșie, avînd în componența ei în special, oxizi de fier și aluminiu. Se formează în unele zone tropicale ca rezultat al alterării diferitelor roci, bogate în aluminosilicați. *Lateritele silicioase* sînt, de obicei, poroase, cu aspect de zgură. *Lateritele aluminoase* posedă proprietatea de a se întări în aer, datorită cărui fapt, în India, sînt utilizate încă din vremuri îndepărtate, ca material de construcție. Denumirea de L. a fost dată, în 1807, de către geologul englez W. Bewkenen, produselor de culoare roșie provenite din alterarea bazaltului din India de sud. Se utilizează ca materie primă pentru elaborarea unor feroaliaje (de ex.: la fabricarea feronichelului).

**LAVENIT,** $(Na, Ca, Mn)_3 Zr[F(SiO_4)_2]$, silicat complex de zirconiu cristalizat în sistemul monoclinic. Are duritatea 6 (scara Mohs) și densitatea 3,51—3,55 kg/dm³. Este incolor, galben deschis sau brun închis. Conține 29,32% $ZrO_2$. Se găsește în sudul Norvegiei, Insulele Azore, Brazilia, Guineea, Africa de Vest. Minereurile cu L. se concentrează și se folosesc la elaborarea aliajelor de zirconiu.

**LAVES, FRITZ HENNING** (n. 27 febr. 1906, Hanovra), cristalograf elvețian. Profesor la universitățile din Halle, Marburg, Chicago și Zürich (din 1954). Cercetări și numeroase publicații privind structura cristalină a compușilor metalici. A studiat îmbătrînirea aliajelor și a descoperit fazele care îi poartă numele.

**LE CHATELIER, HENRY-LOUIS** (n. 8 oct. 1850 — m. 17 sept. 1936, Miribel-les-Echelles), chimist și metalurg francez. Profesor la Collège de France și la Sorbona. Membru al Academiei Franceze de Științe. Cercetări fundamentale în domeniul chimiei anorganice, al chimiei fizice și al metalurgiei. Unul dintre fondatorii metalografiei. A pus bazele analizei termice și a creat metalografia microscopică. Contribuții la dezvoltarea metodelor de studiere a structurii metalelor și aliajelor. A construit pirometrul optic și a introdus (1889) pirometrul termoelectric în practica metalurgică. Studii asupra echilibrelor chimice. A enunțat (1888) principiul cunoscut sub numele său. Fondator al chimiei cimentului.

**LEDEBUR, A.** (n. 1837 — m. 1906), metalurg german. Contribuții la studiul transformărilor de fază. A studiat procesele de cristalizare a aliajelor și a scos în evidență creșterea grăunților austenitei la supraîncălzire. Numele său a fost dat unui constituent structural al oțelului — *ledeburita*.

**LEDEBURITA,** eutectic binar în aliajele Fe—C separat la 1148°C și 4,3% C, format din austenită și ce-

mentită. Sub 727°C austenita din **L.** se transformă în perlită și cementită. Se prezintă ca amestec fin cu aspect caracteristic de piele de leopard, sau în puncte (fig. L. 11). Este dură și fragilă. În oțelurile aliate se formează doar la un conținut mare de

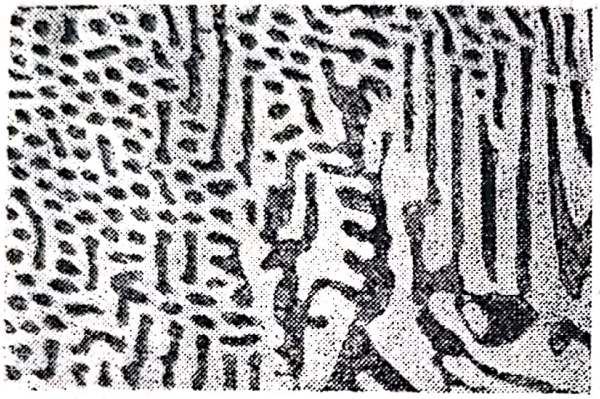


**Fig. L. 11.** (500 : 1)

carbon (0,7—1,0% C), acestea fiind denumite oțeluri ledeburitice. A primit numele metalurgului german A. Ledebur.

**LEGĂTURĂ METALICĂ,** legătură de tip special stabilită între atomii unui metal în rețeaua sa cristalină. Cel mai mare număr de **L. M.** îl formează metalele tranziționale din grupele VI, VII și VIII. În fig. L. 12 este reprezentată o structură cu **L. M.** în care

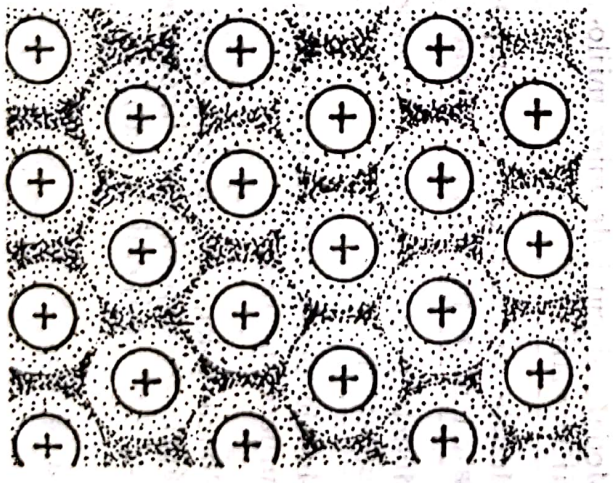


**Fig. L. 12.**

în nodurile rețelei sînt amplasați ioni pozitivi, electronii mișcîndu-se liber, în spațiul rețelei cristaline. Mișcarea lor liberă explică înalta conductibilitate termică și electrică, densitate și duritate mari, rezistență mare la rupere și alte proprietăți ale metalelor.

**LEGEA FAZELOR, REGULA FAZELOR.**

**LEMN DE MODELĂRIE,** esențe de lemn folosite sub formă de semifabricate (rigle, scînduri, dulapi, frize și șipci) pentru executarea garniturilor de model și de miez în vederea formării manuale. Lemnul conține $\sim 50\%$ C, $\sim 43\%$ $O_2$, $\sim 6\%$ $H_2$, $\sim 0{,}2\%$ $N_2$, $\sim 0{,}2\%$ săruri minerale. Apa din lemn se poate găsi sub formă liberă (65%), higroscopică (30%) și legată (5%); la uscare se elimină apa liberă și, parțial, cea higroscopică. Prezintă următoarele avantaje: densitate și cost relativ mici, se prelucrează și se asamblează prin încleiere ușor, are caracteristici mecanice satisfăcătoare, se consolidează bine cu elemente metalice de întărire. În tabelul 12 se prezintă caracteristicile celor mai utilizate esențe de **L. de M.**

**LEȘIE SULFITICĂ,** soluție vîscoasă, 90% apă și 10% substanță solidă (lignină, MgO, CaO etc.), cu caracter acid, obținută ca reziduu în procesul de fabricare a celulozei din lemn. Se utilizează în turnătorii, ca liant (0,5—3,5%) în amestecurile de formare și în amestecurile pentru miezuri, caz în care trebuie să aibă caracteristicile indicate în tabelul 13.

**LIANT,** material fluid sau adus în stare fluidă, care, amestecat cu un material granular, învelește granulele cu o peliculă continuă foarte subțire și care se întărește ulterior ca urmare a unui fenomen fizic (uscare, răcire etc.) sau chimic (polimerizare,

Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 12*

| | | | Molid | Pin | Tei | Fag | Frasin | Paltin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Densitate, kg/dm³ | Proaspăt tăiat | | 740 | 770 | 730 | 990 | 920 | 980 |
| | Uscat în aer | | 470 | 550 | 530 | 730 | 750 | 630 |
| | Total uscat | | 430 | 480 | 490 | 690 | 650 | 590 |
| Umiditate, % | | | 43 | 31 | 33 | 30 | 30 | 39 |
| Rezistența, daN/cm² | La compresiune | ∥ | 430 | 435 | 440 | 530 | 470 | 490 |
| | | ⊥ | 60 | 75 | 95 | 90 | 110 | 104 |
| | La tracțiune | ∥ | 900 | 1040 | 850 | 1350 | 1040 | 820 |
| | | ⊥ | 27 | 30 | — | 70 | 70 | — |
| | La forfecare | ∥ | 67 | 100 | 45 | 80 | 65 | 90 |
| | | ⊥ | 220 | 210 | 200 | 290 | 280 | 220 |
| | La îndoire | | 669 | 780 | 900 | 1050 | 990 | 950 |
| Duritate | Yanki Hj | | 320 | 300 | 300 | 780 | 760 | 670 |
| | Brinell HB | | 320 | 400 | — | 720 | 650 | — |
| Rezilienta, daNm/cm² | | | 0,50 | 0,70 | 0,50 | 0,80 | 0,80 | 0,65 |

∥ — paralel cu fibrele; ⊥ — perpendicular pe fibre.

| Utilizări la executarea de: | |
|---|---|
| | Modele simple pentru piese turnate unicate. Modele și cutii de miez mijlocii și mari |
| | Modele de configurație complicată unicate pentru piese turnate |
| | Modele pentru realizarea de piese turnate în serie |
| | Modele pentru realizarea de piese turnate în serie |
| | Modele mici, complicate sau la căptușirea suprafețelor simple ale modelelor mijlocii și mari |
| | Ca la frasin |

*Tabelul 13*

| Culoare | Densitate kg/dm³ | Apă (%) | Substanțe organice (%) | Cenușă, % din substanța uscată | Substanță uscată (%) | CaO (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| brun închisă | 1,25 — 1,30 | 48 — 50 | 40 — 42 | 10 | 50 — 52 | 4,5 — 6 |

oxidare, hidratare etc.), rezultînd un amestec granular compact. Se clasifică:

Liant
- natural — anorganic (argilă, bentonită etc.)
- sintetic
  - anorganic (silicat de sodiu, ciment, ipsos etc.)
  - organic (rășini, uleiuri vegetale, leșie sulfitică, silicat de etil, moliftan etc.)
- anorganic
- organic

Are multiple utilizări în industrie; în metalurgie se folosește în special la obținerea amestecurilor de formare și miezuire pentru turnătorii și pentru brichetarea unor subproduse ce se pot reutiliza în încărcătura agregatelor din metalurgia extractivă.

**LICOPODIU,** pudră de izolație foarte fină, care se obține din sporii unei plante din familia *licopodiaceelor*. Condiția de calitate, principală, pe care trebuie să o îndeplinească pudrele de izolație este să fie hidrofobe (→ *pudră de turnătorie*).

**LICUAȚIE,** defect la piesele turnate constînd în părți cu compoziții total diferite. Apare datorită fenomenului de licuare (separare) a componenților aliajelor cu insolubilitate totală în stare lichidă și solidă și cu diferență de greutate specifică (de ex.: aliajele Cu—Pb), în anumite condiții. Cauze posibile: solidificări întîrziate, respectiv, viteze mici de răcire (la pereți groși).

**LIGNIT,** cărbune fosil de culoare galben-brună pînă la neagră, cu structură lemnoasă pronunțată; conține uneori incluziuni cu aspect pămîntos sau negru lucios, fiind denumit și cărbune brun lemnos. Combustibil de calitate inferioară, **L.** are puterea calorifică de 22 260 — 26 460 kJ/kg și se degradează ușor la depozitare și transport. Este folosit drept combustibil energetic. În țara noastră se găsește în depresiunea submontană a Carpaților Meridionali.

**LIMONIT,** $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, oxid hidratat de fier, în care $n$ poate varia între 0,4 și 1,5. Are culoarea galbenă, brună sau brun-roșie și cîteodată brun-neagră. **L.** obișnuit, $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, conține: 85,5% $Fe_2O_3$ și 14,5% $H_2O$. Are duritatea 4 — 1 (scara Mohs) variabilă cu starea fizică și densitatea 3,4 — 3,95 kg/dm³. La 170°C pierde prin deshidratare o cantitate de apă (apa reținută din absorbție), iar la 450°C restul (apa constituțională), trecînd în hematit. De obicei conține impurități de silice, anhidridă vanadică, anhidridă fosforică, titan,

Scanned with OKEN Scanner

arsen, fosfor etc. Este un mineral foarte răspîndit și se găsește, în general, ca produs de descompunere a altor minerale de fier, cum sînt: carbonatul de fier, pirita etc. În țara noastră se găsește în zonele: Căpuș, Moldova Nouă, Dognecea etc. Rezerve însemnate se găsesc în: Cuba, Franța, Luxemburg, U.R.S.S., R. F. Germania, Guineea, S.U.A.

**LINGOTIERĂ,** formă metalică, obținută din fontă, destinată turnării, în special, a oțelului lichid și în care, în urma solidificării, rezultă un lingou. Dimensiunile și profilul lor se stabilesc în funcție de o serie de factori printre care mărimea cuptorului de elaborare și tipul oțelului. **L.** (fig. L. 13) sînt prevăzute la partea

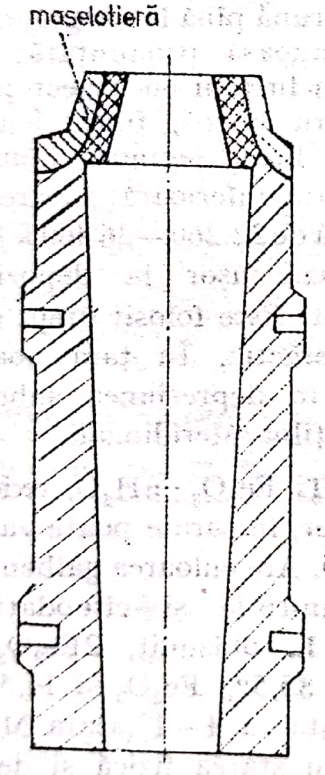



**Fig. L. 13.**

superioară cu un adaos numit maselotieră, care poate fi detașabil sau poate face corp comun cu **L.** și care are rolul de a cumula cantitatea de oțel necesară pentru formarea maselotei lingoului. Maselotiera se căptușește, de obicei, cu cărămidă de șamotă, cu scopul de a favoriza o răcire cît mai lentă a oțelului care formează maselota. La bază **L.** pot fi închise (prevăzute cu fund) sau deschise (fără fund). *Lingotierele fără fund* sînt utilizate la turnarea directă, cînd se așază pe plăci metalice sau la turnarea în sifon, cînd se montează pe poduri de turnare. Pentru a ușura extragerea lingoului, pereții **L.** prezintă o anumită conicitate, fiind normal conice (cu baza mare în jos) sau invers conice (cu baza mare în sus). Secțiunea **L.** poate fi patrată, dreptunghiulară, poligonală sau rotundă. Dimensionarea se face pornind de la greutatea lingoului și latura mică a acestuia sau diametrul mediu. Pentru solidificarea lingoului, un factor important prezintă grosimea pereților **L.** care trebuie să se mărească pe măsură ce crește greutatea lingoului. Din motive tehnico-economice, în prezent, există tendința de a se turna lingouri din ce în ce mai mari, ajungîndu-se la 180—400 t. Durabilitatea **L.** are o influență destul de mare asupra oțelului turnat, motiv pentru care acestea se toarnă din fonte cu o anumită compoziție chimică și care prezintă o structură formată din ferită, perlită și grafit lamelar. În ultima vreme se produc **L.** și din fontă cu grafit nodular.

**LINGOU,** bloc din masă metalică, rezultat în urma solidificării unui metal sau aliaj turnat în lingotieră. Constituie materia primă pentru procedeele de deformare plastică la cald (laminare, forjare, trefilare etc.). În turnătorie, denumirea se atribuie blocului metalic de dimensiuni mici, obținut în urma solidificării într-o formă metalică a unui metal sau aliaj. La exterior, **L.** este alcătuit dintr-o crustă subțire de cristale echiaxiale, ca rezultat al răcirii rapide a meta-

Scanned with OKEN Scanner

lului sau aliajului lichid, la contactul cu pereții lingotierei. În interior, spre bază sau la partea inferioară conține retasura, iar la partea superioară, este prevăzut cu o maselotă. Mărimea și forma **L.** depind de metalul sau aliajul din care se toarnă, mărimea cuptorului de elaborare, destinația etc. În cazul oțelurilor s-au obținut **L.** în greutate pînă la 300 t.

**LINIE DE LAMINARE,** totalitate a trenurilor de laminare care servesc pentru obținerea unui produs (semifabricat sau produs finit). Practic este alcătuită din utilajele de laminare (cajele de laminare) amplasate între cuptoarele de încălzire și patul (zona) de răcire.

**LINIE DE UMBRĂ,** defect, provenit din lingou, la produsele laminate sau trase care apare ca o dungă întunecată, de grosimea unui fir de păr, cu lungimea de la cîțiva milimetri la cîțiva centimetri. Uneori apare pe produsele laminate și trase, prelucrate sau lustruite, reducîndu-le caracteristicile mecanice.

**LINII DE UMBRĂ,** neomogenitate structurală determinată de degajarea gazelor spre sfîrșitul solidificării în al căror canal de evacuare este aspirat imediat lichidul vecin segregat. Sînt plasate de obicei la granița dintre cristalele columnare și dendritele zonei centrale, fiind mai numeroase în regiunea dinspre maselotă. Macroscopic se observă sub formă de linii întunecate, subțiri, în general scurte pe piesele așchiate. La microscop, se observă sub formă de dungi segregate (în secțiune longitudinală) sau puncte întunecate (în secțiune transversală).

**LINII ÎNTRERUPTE,** defect constînd în apariția (în special, la alame) unor dungi subțiri, de diferite lungimi, dispuse în șiruri în direcția laminării. Apar datorită porozităților aflate sub stratul superficial al laminatului și care, după înlăturarea acestuia prin decapare, apar la suprafața metalului.

**LIPITURĂ LA FURNAL,** deranjament în funcționarea furnalului, constînd în depuneri de materiale pe pereții cuvei furnalului, care înrăutățesc coborîrea coloanei de materiale și circulația gazelor. Pot fi inelare sau pot ocupa numai o parte din circumferința cuvei. Se formează, în special, cînd în furnal se utilizează minereuri prăfoase care favorizează o circulație neuniformă a gazelor, producînd agățări frecvente. Pentru înlăturarea unei lipituri, furnalul trebuie golit parțial pînă sub nivelul de jos al acesteia și oprit, după care desprinderea se face prin dinamitare (explozii de dinamită executate în interiorul masei lipiturii).

**LITIU,** Li, element metalic din grupa I principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 3, masa atomică 6,939, valența I. A fost descoperit în 1817 de J. A. Arfvedson și independent în 1818, de H. Davy în timpul analizei unui lepidolit (mică de litiu), minereu de litiu de la care a primit și numele. Se găsește în cantități mici în natură sub formă de combinații (aluminosilicați). Metal de culoare alb-argintie, **L.** cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat fără a prezenta și alte forme alotropice. Este cel mai ușor dintre metale — densitatea 0,53 kg/dm³. Are p.t. 179,5°C, p.f. 1340°C, căldura masică (la 20°C) 3 349 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}712 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,091 Ω·mm²/m. Metal foarte moale, **L.** face parte din categoria metalelor cu cea mai mare activitate chimică. Descompune apa și se combină cu oxigenul, hidrogenul, halogenii, azotul și carbonul. Se utilizează în metalurgie ca agent de purificare pentru unele metale, la elabo-



Scanned with OKEN Scanner

rarea oțelurilor sau la elaborarea unor aliaje de antifricțiune.

**LOPARIT,** $(Na,Ce,Ca,Sr)_2(Ti,Nb)_2O_6$, titanoniobat complex, cristalizat în sistemul cubic, cu structură identică cu a perowskitului. Are duritatea 5,5 (scara Mohs) și densitatea 4,77 kg/ /dm$^3$. Prezintă culoare neagră, iar urma este roșie-brună. Conține aproximativ 11% $Nb_2O_5$ și 1% $Ti_2O_5$. Se găsește, mai ales, în U.R.S.S., în Peninsula Kola. Minereurile cu **L.** se supun operației de concentrare, după care sînt utilizate, în special, la elaborarea aliajelor de niobiu.

**LUPE,** bucăți de fier metalic în amestec cu zgură, obținute la o temperatură de 1250—1350°C, prin reducerea directă a minereurilor de fier sărace și silicioase. După răcire sînt separate de zgură prin măcinare, concentrare magnetică și sortare. Prezintă de obicei o formă sferică neregulată și pot fi utilizate ca materie primă la elaborarea fontei în furnal sau la elaborarea oțelurilor în cuptorul Siemens-Martin, în cuptorul electric cu arc etc.

Scanned with OKEN Scanner

# M

**MACARA CU ELECTROMAGNET,** macara pentru manipularea materiilor prime feromagnetice (blocuri de fontă solidă, fier vechi, burete de fier etc.), preluarea și eliberarea materialului efectuîndu-se cu ajutorul unui dispozitiv electromagnetic de acționare. Se utilizează, în special, la încărcarea benelor sau a trocilor cu fier vechi, precum și la încărcarea fontei, din depozitele de fontă în vagoane de cale ferată, în vederea expedierii la beneficiar.

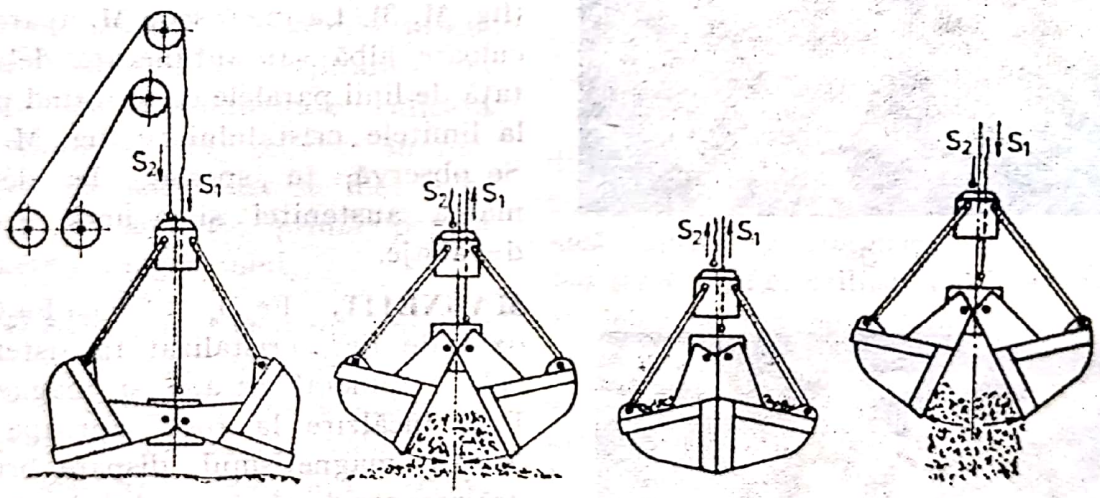
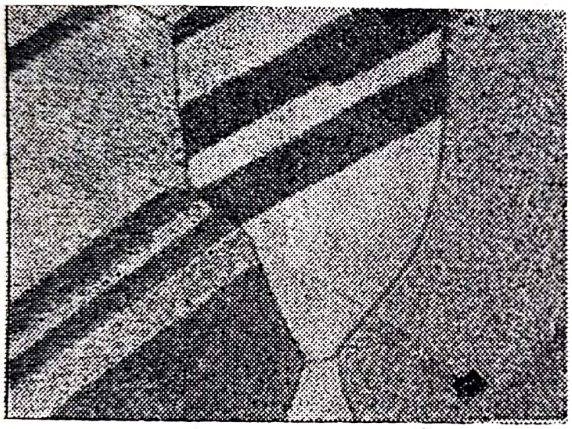



**Fig. M. 1.**

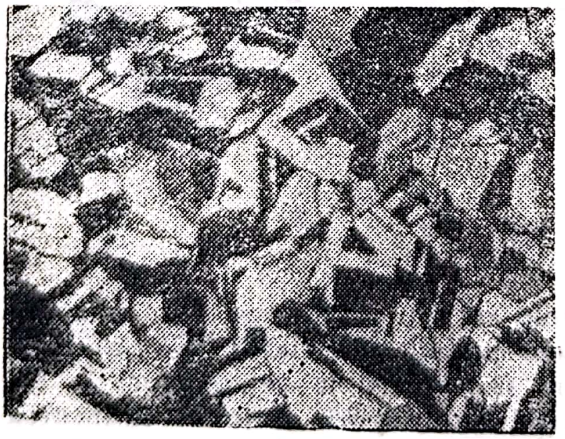
**MACARA CU GRAIFĂR,** macara dotată cu un graifăr pentru ridicarea materialelor granulare. În metalurgie, se utilizează la ridicarea și descărcarea minereurilor prăfoase, peletelor, nisipurilor pentru turnătorie etc. Graifărul constă dintr-o cutie, confecționată din tablă de oțel, alecărei jumătăți mobile se închid și se deschid înainte și după preluarea sarcinii. Graifărul se agață de cîrligul unei macarale, închiderea și deschiderea lui făcîndu-se mecanizat, cu ajutorul dispozitivelor de comandă. În fig. M. 1 se prezintă principiul de funcționare a graifărului cu două cabluri de comandă.

**MACARA PORTAL CU GRAIFĂR,** utilaj folosit pentru manipularea materiilor prime în depozite. În depozitele de minereuri de fier, macaralele preiau materialele din șanțurile de descărcare a depozitelor, le introduc în depozit și de aici le încarcă în silozurile furnalului fie direct, fie prin intermediul vagonului transfercar. Deschiderea între căile de rulare se alege în funcție de mărimea depo-

zitului de materii prime și variază, de obicei, pentru diferite secții de furnale de la 35 m la 115 m. Între căile de rulare ale macaralei se formează stivele de minereu avînd secțiune trapezoidală și o înălțime de 17—19 m. Una din căile de rulare se realizează în consolă pe estacada silozurilor furnalului, iar cealaltă se construiește pe coronamentul unui zid de sprijin a cărui înălțime variază în funcție de condițiile locale. Este prevăzută cu console (a căror mărime diferă în funcție de numărul liniilor ferate care trebuie deservite) și cu graifăr de mare capacitate.



*a*



*b*

**Fig. M. 2.** Maclă:
*a* — de recoacere, la alamă (100 : 1);
*b* — de deformare (100 : 1)

**MACLĂ,** rezultat al alunecării în direcții simetric-oglindite opuse a plăcuțelor rezultate între două planuri de alunecare consecutive la deformarea grăunților cristalini ai structurii policristaline (fig. M. 2). Pot fi de deformare sau, mai rar, de recoacere: *maclele de recoacere* sînt mai late, afectînd zone mai importante din cristal, față de *maclele de deformare*. Procesul prin care rezultă **M.** se numește maclare, grupa de plăcuțe — macle de alunecare, iar planul $A—A'$ față de care se produce deplasarea simetrică — plan de maclare

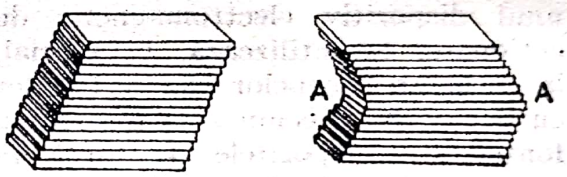



**Fig. M. 3.**

(fig. M. 3). La microscop **M.** apare de culoare albă sau întunecată delimitată de linii paralele ce se întind pînă la limitele cristalului (v. fig. M. 2). Se observă, în special, la deformarea austenitei și a unor grupe de aliaje.

**MAGNETIT,** $Fe_3O_4$ ($FeO \cdot Fe_2O_3$), oxid de fier, cristalizat în sistemul cubic, mineral casant și magnetic. Prin încălzire la roșu (aproape de 580°C) magnetismul dispare brusc, dar reapare după răcire. Are duritatea 5,5—6,5 (scara Mohs) și densitatea 5,16—5,18 kg/dm³. Atît cristalele cît și pulberea au culoarea negru de fier. Conține 69% $Fe_2O_3$ și 31% FeO sau 72,4% Fe și 27,6% O. Se cunosc varietăți care conțin și alumină sau oxid cromic (de ex.: pot conține 68,51% $Fe_2O_3$, 1,10% $Al_2O_3$, 0,55% $Cr_2O_3$, 27,70% FeO, 0,42% MnO, 2,09% MgO). **M.** poate constitui zăcă-

căminte de minereuri de fier importante, conținînd adesea pînă la 60% Fe. În țara noastră se găsește în cantități mici în diverse zone: Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Teliuc, Ghelar, Rușchița, Altîn Tepe etc. Rezerve mari de zăcăminte se găsesc în Suedia, U.R.S.S., Norvegia, Italia.

**MAGNEZIT,** $MgCO_3$, carbonat de magneziu natural, cristalizat în sistemul romboedric. Prezintă culoarea albă, gălbuie sau brun-negricioasă. De cele mai multe ori se prezintă sub forma unei mase granulare compacte. Are duritatea 4—4,5 (scara Mohs), densitatea 2,9—3,1 kg/dm³ și conține 52,38% $CO_2$ și 47,62% MgO. Mai conține și impurități de calciu, fier și mangan. Disociază la 500°C formînd MgO și $CO_2$. În țara noastră se află în cantități mici la Șinca Nouă, Urdele, Muntinu. Rezerve importante de **M.** se găsesc în U.R.S.S., Australia, S.U.A., Austria, R.S.C. etc. Se utilizează ca materie primă pentru fabricarea unor produse refractare (cu refractaritate ridicată sau suprarefractare) folosite în metalurgie. De asemenea se mai folosește și ca materie primă pentru extragerea magneziului.

**MAGNEZIU,** Mg, element metalic din grupa a II-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 12, masa atomică 24,312, valența II. A fost descoperit (1808) de H. Davy. Se găsește în natură sub formă de combinații (magnezit, dolomit, carnalit) în cantități relativ mari. Are culoare alb-argintie cu luciu metalic, cristalizat în sistemul hexagonal compact fără a prezenta și alte forme alotropice. Are densitatea (la 20°C) 1,74 kg/dm³, p.t. 651°C, p.f. 1107°C, căldura masică (la 20°C) 10340 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $1{,}549 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) $0{,}047\Omega \cdot mm^2/m$. **M.** posedă caracteristici mecanice scăzute care depind de procedeul de prelucrare, astfel: rezistență de rupere la tracțiune $\sigma_r = 8-13$ daN/mm² (turnat) și de 25 daN/mm² (deformat plastic), alungire de 3—6 % (turnat) și 8—10% (deformat plastic) și duritate $HB = 25-30$ (turnat) și 50 (deformat). Ca proprietăți tehnologice se menționează: temperatura de deformare plastică la cald 350—450°C și contracția în volum după solidificare 3,9—4,2%. Din punct de vedere chimic este un metal foarte reactiv și cu o mare afinitate pentru oxigen din care cauză este utilizat ca agent reducător la obținerea unor metale din oxizii lor. În aer se acoperă cu un strat subțire de oxid care împiedică oxidarea sa în adîncime. Pulverulent sau sub formă de panglică **M.** încălzit în aer liber se aprinde și arde cu o flacără luminoasă. Formează o serie de combinații cu halogenii, acidul azotic, acidul carbonic ș.a. Industrial se produce: *magneziu pur* (min. 99,9% Mg) utilizat în industria chimică și tehnică militară; *magneziu tehnic cu cca 99,8% Mg*, utilizat la elaborarea aliajelor de magneziu (de turnătorie și laminabile), ca dezoxidant sau la elaborarea prealiajelor; *magneziu tehnic cu cca 99,5% Mg*, folosit la elaborarea unor aliaje neferoase de aluminiu, plumb sau zinc, la modificarea fontelor și la reducerea unor oxizi metalici.

*METALURGIA MAGNEZIULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea acestuia. S-a dezvoltat după primul război mondial și folosește ca materii prime magnezita, dolomita, carnalitul, forsteritul, serpentina și kieseritul. Extra-

gerea magneziului din materii prime se face pe cale pirometalurgică sau cu metode electrometalurgice.

*Procedeele pirometalurgice* urmăresc obținerea oxidului de magneziu din care, prin reducere rezultă magneziu brut. Oxidul de magneziu poate fi produs prin calcinarea magnezitei la 800°C, sau a dolomitei la 900—950°C. Se mai poate obține și din ape sărate sau din apa de mare. Magneziul brut se obține prin reducerea oxidului de magneziu după procedeele Pidgeon sau Hansgirg.

**procedeul Hansgirg** se bazează pe reducerea oxidului de magneziu cu carbon, într-un cuptor electric cu arc trifazat, cu electrozi de cărbune. Materialul se introduce discontinuu, sub formă de brichete, în amestec cu praf de cocs de petrol. Pentru a împiedica oxidarea magneziului produs, reducerea se efectuează în atmosferă de hidrogen. Deoarece pulberea obținută mai conține 20% cărbune și 30% oxid de magneziu se brichetează și se supune sublimării în retorte verticale închise ermetic și încălzite la cca 800°C. Cristalele de magneziu formate pe pereții retortei sînt retopite și turnate sub formă de lingouri, rezultînd un magneziu foarte pur (99,97% Mg).

**procedeul Pidgeon** se bazează pe reducerea, în special, a dolomitei calcinate cu ferosiliciu. Operația are loc la temperatura de 1500°C conform reacției: $2MgO + 2CaO + FeSi = SiO_2(CaO)_2 + 2Mg + Fe$. Materia primă, în amestec cu ferosiliciu și fluorină, se brichetează și se încarcă în retorte din oțel refractar care sînt introduse în cuptoare cu flacără sau în cuptoare cu rezistențe electrice. Cristalele de magneziu se depun în condensatorul montat la capătul fiecărei retorte. Prin retopire și turnare în lingouri se obține magneziu cu o puritate foarte ridicată.

*Pe cale electrometalurgică* magneziul se obține prin electroliza clorurei de magneziu în stare topită, obținută prin procedeul Wintershall sau prin procedeul Farbenindustrie. Prepararea clorurei de magneziu prin **procedeul Wintershall** se face prin deshidratarea în vid a carnalitei. Operația are loc în uscătoare tubulare orizontale și, ulterior, în cuptoare verticale. Conținutul de apă scade de la cca 30% la 3%. Prin **procedeul Farbenindustrie,** conceput și pus la punct în cadrul societății germane I. G. Farbenindustrie, clorura de magneziu se obține prin clorurarea magnezitei. Magnezita se calcinează, la 200°C, într-un cuptor rotativ, pentru obținerea oxidului de magneziu care se introduce într-un cuptor vertical (fig. M. 4), încălzit electric cu electrozi din cărbune amorf. Clorurarea are loc la temperatura de 1000°C, în prezența carbonului, prin insuflare de clor pe la partea inferioară a cuptorului, conform reacției: $MgO + C + Cl_2 = MgCl_2 + CO$. Oxidul de magneziu se introduce sub formă de brichete amestecate cu cărbune, parțial cocsificate. Clorura de magneziu în stare topită, în amestec cu NaCl, KCl și $CaF_2$, este trecută în celule de electroliză, de formă paralelipipedică și căptușite cu material refractar unde se obține *magneziu brut*. În acest scop se utilizează catozi confecționați din plăci de oțel turnat și anozi fabricați din grafit. Electrozii sînt separați între ei, în partea superioară, prin diafragme ceramice. Deoarece clorul se formează la anod, spațiul de la partea superioară a acestuia, unde se captează clorul, este bine etanșat, permițînd dirijarea clorului spre instalația de

Scanned with OKEN Scanner

clorurare sau la stația de îmbuteliere. Magneziul produs se colectează

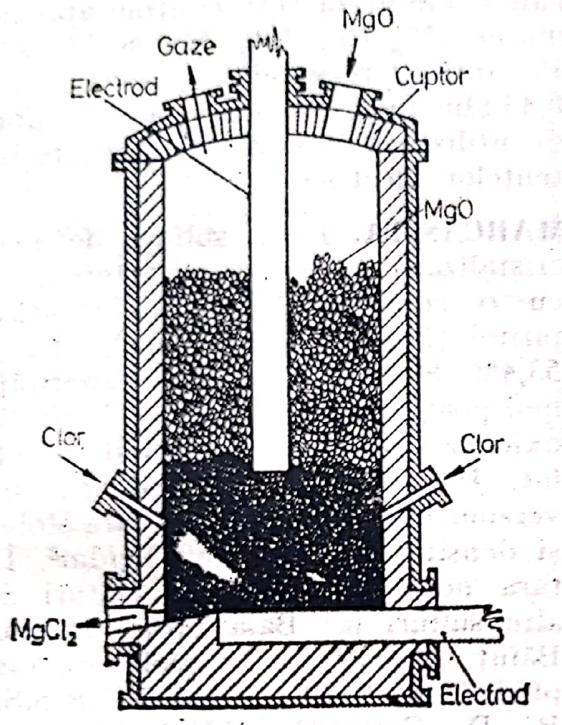



**Fig. M. 4.**

la catod de unde este evacuat discontinuu. Tot în spațiul catodic, la partea superioară, sînt prevăzute orificii pentru alimentarea celulei de electroliză cu clorură de magneziu. Magneziul metalic produs prin metode pirometalurgice sau electrometalurgice conține o serie de impurități nemetalice ($MgCl_2$, NaCl etc.), precum și unele elemente metalice ca: Fe, Si, Cu, Al etc. Pentru obținerea *magneziului pur* se aplică o rafinare prin distilare: *magneziul electrolitic* se supune unui proces de evaporare în vid la 1000°C, iar vaporii de magneziu pur condensează în zona de mijloc a răcitorului.

**MAGNOCROMIT,** (Mg, Fe) $Cr_2O_4$, oxid de crom denumit și *magneziocromit*. Este folosit alături de cromit și picotit la elaborarea aliajelor de crom.

**MALACHIT,** $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, mineral de cupru. Cristalizează în sistemul monoclinic și prezintă culoarea verde de smaragd. Are densitatea 3,9—4,0 kg/dm³ și duritatea 3,5—4,0 (scara Mohs). Conține 19,94% $CO_2$, 71,90% CuO și 8,16% $H_2O$. În țara noastră se întîlnește în cantități mici în numeroase localități. Importante zăcăminte de **M.** se găsesc în U.R.S.S., Austria, Anglia, R. F. Germania, S.U.A., Australia etc. Servește ca minereu de cupru sau la confecționarea pieselor de ornament.

**MALEABILITATE,** proprietate a materialelor, în special, a metalelor și aliajelor de a putea fi transformate în foi subțiri, prin forjare sau prin laminare. Este o proprietate care intervine în practică, în unele procedee de deformare plastică cum sînt: laminarea, forjarea, ambutisarea. Dintre metalele care prezintă **M.** (în ordine descrescîndă) fac parte: Au, Ag, Cu, Sn, Pt, Pb, Zn, Fe, Ni.

**MANGAL,** cărbune de lemn obținut prin carbonizarea lemnului și ca produs secundar al distilării uscate a lemnului la temperaturi cuprinse între 400 și 650°C. Calitatea sa depinde atît de metoda de obținere (în bocșe sau în retorte), cît și de esența lemnului folosit. Cele mai bune sorturi se obțin din arțar, fag, ulm, mesteacăn. *Mangalul obținut în bocșe* (la 600—650°C) este un combustibil foarte bun, deoarece are porozitate mare (volumul porilor variază între 75—85%), conținut ridicat (83—88%) de carbon fix, procent mic de cenușă (1—3%) și este lipsit aproape complet de sulf. Are reactivitate mai mare decît cocsul dar prezintă dezavantajul unei rezistențe mecanice scăzute. Din această cauză și datorită costului ridicat este puțin utilizat în prezent drept combustibil pentru furnale, fiind folosit numai pentru elaborarea fonte-

Scanned with OKEN Scanner

lor de calitate superioară, în furnalele mici pînă la 200 $m^3$ volum util. În țara noastră se folosește numai la furnalele de la Vlăhița. Sub formă de cărbune activ este întrebuințat la decolorare, dezodorizare și la absorbția gazelor.

**MANGAN,** Mn, element metalic din grupa a VII-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 25, masa atomică 54,938, valența I, II, III, IV, VI, VII. A fost descoperit (1774) de J. G. Gahn. Se găsește în natură numai sub formă de combinații chimice (piroluzit, braunit, hausmanit). Metal de culoare cenușiu-deschis, prezintă în stare solidă patru forme alotropice: Mn $\alpha$, Mn $\beta$, Mn $\gamma$ și Mn $\delta$. Mn $\alpha$ este stabil pînă la 727°C, Mn $\beta$ este stabil între 727 și 1101°C, iar Mn $\gamma$ este stabil între 1101 și 1138°C. Toate aceste forme alotropice cristalizează în sistemul cubic. Mn $\delta$, stabil între 1138 și 1245°C cristalizează în sistemul tetragonal. Are densitatea 7,43 kg/$dm^3$, p.t. 1247°C, p.f. 2150°C, căldura masică (la 20°C) 442 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}502 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,044 $\Omega \cdot mm^2/m$. Din punct de vedere mecanic se caracterizează prin duritate și fragilitate ridicate. Element relativ activ, reacționează la cald cu oxigenul, azotul, sulful, halogenii etc. și de asemenea cu acizii diluați. Cu carbonul formează carburi ($Mn_3C$ și $Mn_2C_4$). **M.** metalic poate fi produs la o puritate de 99,95% Mn. Prezintă un domeniu de utilizare destul de îngust. Intră în mod curent în compoziția chimică a fontelor și oțelurilor obișnuite și este utilizat la elaborarea unor oțeluri speciale și a unor aliaje ușoare (mărește rezistența la coroziune și îmbunătățește proprietățile mecanice). În cea mai mare măsură se utilizează sub formă de feromangan, în special ca material dezoxidant sau desulfurant.

**MANGANINĂ,** aliaj de cupru, mangan și aluminiu care conține aproximativ 85% Cu, 12% Mn și 3% Al. Prezintă o rezistivitate electrică de 0,43 $\Omega m \cdot m^2/m$; se poate suda și lipi. Se utilizează la confecționarea rezistențelor electrice.

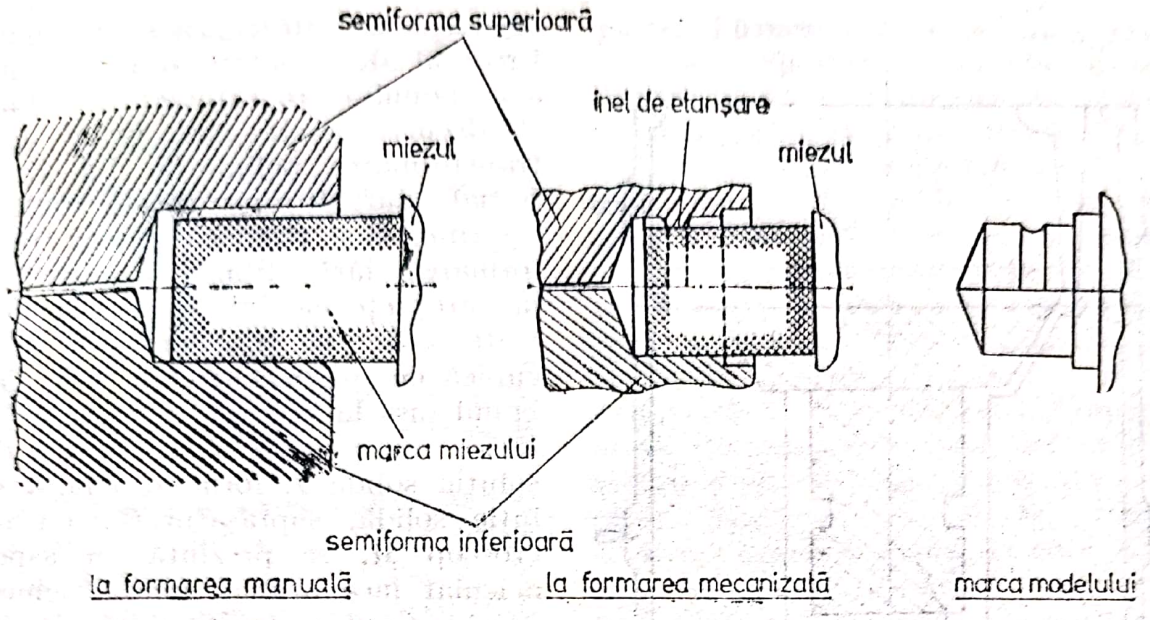
**MARCASITĂ,** $FeS_2$, sulfură de fier, cristalizată în sistemul ortorombic, cu o compoziție chimică identică piritei ($FeS_2$). Conține 46,6% Fe și 53,4% S; sub formă de impurități mai poate conține As, Sb, Tl etc. Se oxidează foarte ușor trecînd în sulfat. Prezintă culoarea galbenă sau verzuie, duritatea 6—6,5 (scara Mohs) și densitatea 4,55—4,89 kg/$dm^3$. În țara noastră se găsește alături de alte sulfuri la: Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Zlatna etc. Pe glob este răspîndită în: R.S.C., Anglia, U.R.S.S., R. D. Germană, S.U.A., Canada. Se folosește, mai ales, la fabricarea acidului sulfuric, iar deșeul feros (cenușile de pirită), rezultat din procesul de fabricație se poate folosi în amestecul de aglomerare a minereurilor de fier.

**MARCĂ,** părți tehnologice prevăzute la cutia de miez (la miez și la model) și la cavitatea formei pentru asigurarea montării miezului în aceasta. **M.** pot fi orizontale (fig. M. 5, *a*), verticale (fig. M. 5, *b*) și speciale (fig. M. 5, *c*). *Mărcile speciale* servesc, îndeosebi, la asigurarea miezurilor contra rotirii și deplasării axiale în diferite etape ale fluxului tehnologic.

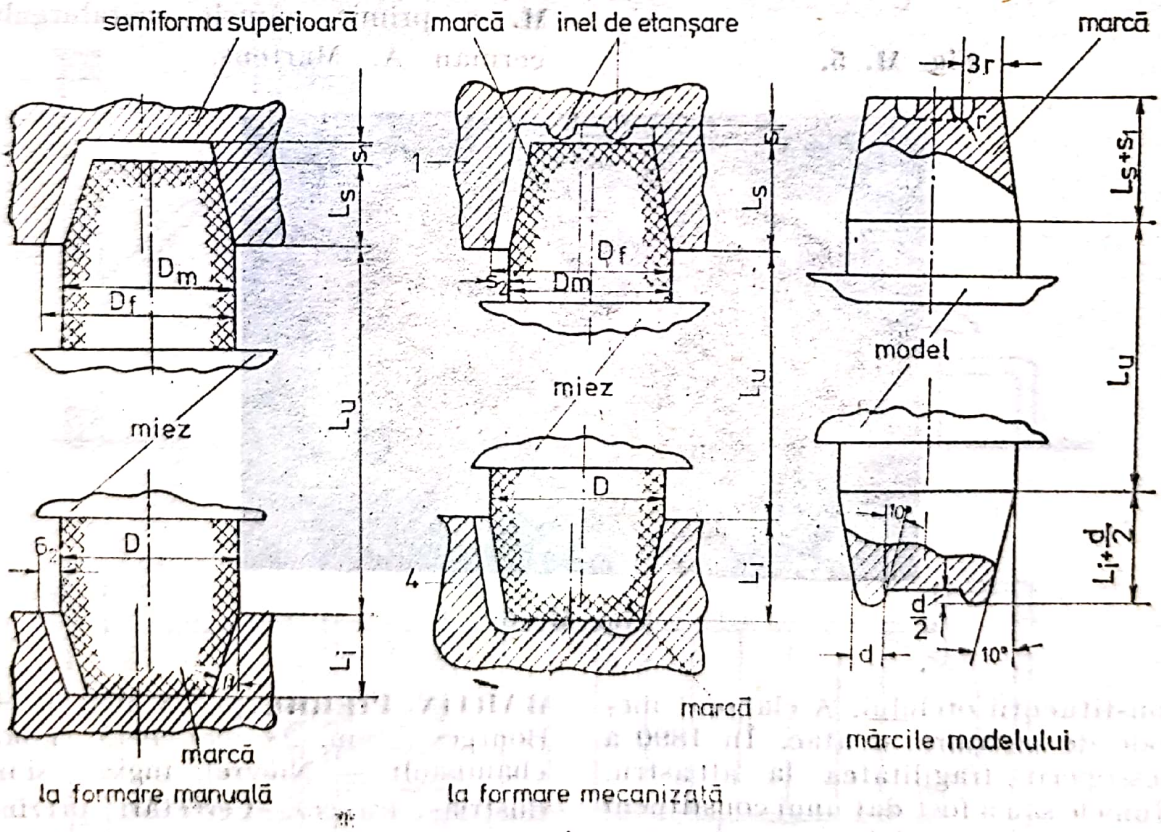
**MARȘALITĂ, FĂINA DE CUARȚ.**

**MARTENS, ADOLF** (n. 1850 — m. 1914), inginer metalurg german. Cercetări în domeniul metalurgiei fontei și oțelului. A studiat microscopia metalografică, suprafețele de rupere,

Scanned with OKEN Scanner


semiforma superioară
inel de etanşare
miezul
miezul
marca miezului
semiforma inferioară
la formarea manuală
la formarea mecanizată
marca modelului

a


semiforma superioară
marcă
inel de etanşare
marcă
3r
r
$L_s$
$L_s+s_1$
$D_m$
$D_f$
$D_f$
$D_m$
$s_1$
$s_2$
$L_u$
$L_u$
$L_u$
miez
miez
model
D
D
$L_i$
$L_i$
$L_i+\frac{d}{2}$
$\frac{d}{2}$
d
10°
10°
marcă
marcă
mărcile modelului
la formare manuală
la formare mecanizată

b

**Fig. M. 5**

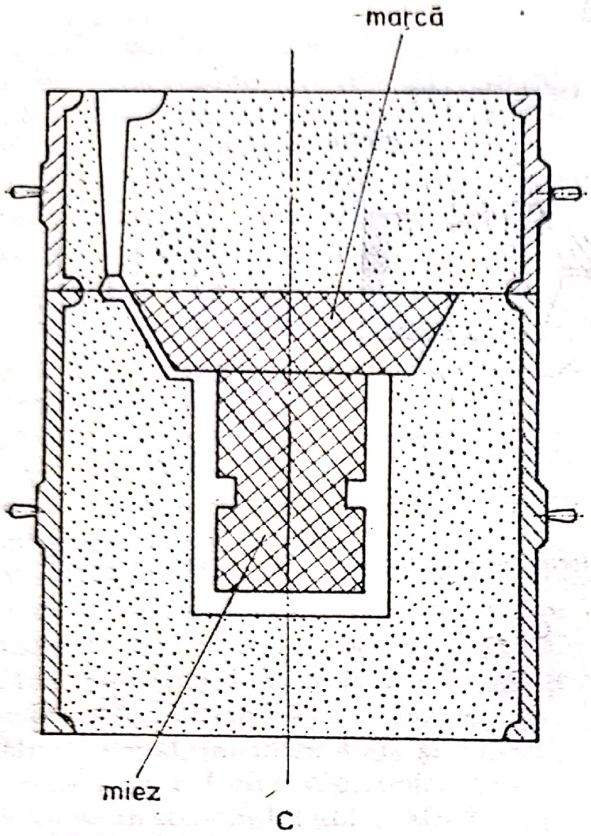



Fig. M. 5.

obținută la viteze mari de răcire. Procesul de separare din austenită a carbonului are caracter de difuzie și decurge mult mai încet decît transformarea polimorfă. La viteză inițială mare de răcire (peste 200°C/s) are timp să se producă numai transformarea fără difuzie a austenitei, la care rețeaua cubică cu fețe centrate a Fe $\gamma$ se transformă în rețea cubică cu volum centrat a Fe $\alpha$. Carbonul însă la această viteză mare de răcire nu reușește să se separe din soluția solidă $\alpha$, formînd o falsă soluție solidă, suprasaturată. La microscop **M.** se prezintă cu aspect acicular (ace brune), fondul cenușiu deschis fiind austenită reziduală (fig. M. 6). **M.** reprezintă structura cu cea mai mare rezistență și duritate (duritatea depinde de conținutul inițial de carbon în oțel), dar în același timp cu cea mai mare fragilitate. **M.** a primit numele metalurgului german A. Martens.

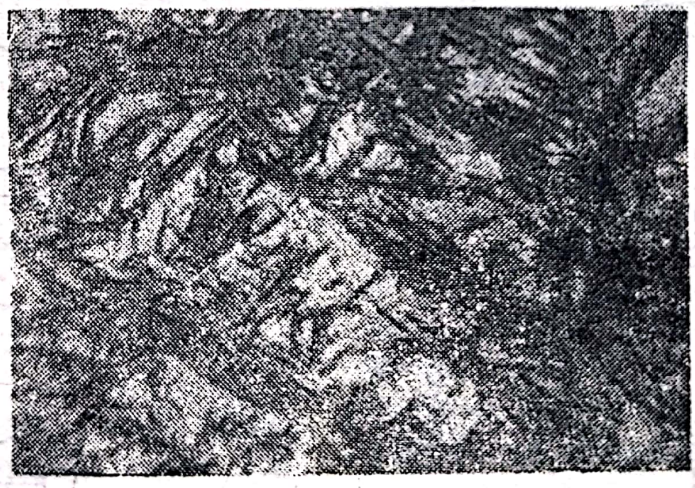


Fig. M. 6

constituenții oțelului. A elaborat metode de lustruire și atac. În 1890 a descoperit fragilitatea la albastru. Numele său a fost dat unui constituent structural al oțelului — *martensita*.

**MARTENSITĂ,** soluție solidă suprasaturată, instabilă, de carbon în Fe $\alpha$,

**MARTIN, PIERRE** (n. 18 aug. 1824, Bourges — m. 24 mai 1915, Fourchambault — Nièvre), inginer și industriaș francez. Cercetări privind procedeele de elaborare a oțelului. A propus, în 1864, o metodă de elaborare a oțelului în cuptoare regene-

ratoare de căldură cu flacără, proiectate de metalurgul german W. Siemens, cunoscute sub numele de *cuptoare Siemens-Martin*.

**MASĂ DE CONCENTRARE,** aparat utilizat pentru concentrarea gravimetrică a minereurilor fine. Prezintă suprafețe plane sau tronconice, cu o anumită înclinare, pe care materialul este adus sub formă de suspensie în apă. În metalurgie, se folosesc mese fixe de concentrare și mese mobile de concentrare.

**masa fixă de concentrare,** (fig. M. 7), este formată dintr-o suprafață plană înclinată care se alimentează cu o anumită cantitate de material sub formă de suspensie în apă. În timpul scurgerii suspensiei pe masă, granulele de substanță utilă rămîn pe masă, iar sterilul este antrenat spre partea inferioară a mesei unde este colectat. Aparatele utilizate în industrie au 3—12 m lungime și 1—3 m lățime, cu o înclinare de 6—7° și o capacitate de prelucrare de 0,1—1,5 t concentrat/$m^2 \cdot h$. În cazul separării minereurilor aurifere cu gangă cuarțoasă, mesele sînt acoperite cu o pînză aspră, pentru a se reține mai ușor materialul. În țara noastră, în regiunile aurifere, este foarte utilizată, încă din cele mai vechi timpuri, masa de concentrare cu denumirea atît de cunoscută de șaitrog sau cercător. *Șaitrogul*, (fig. M. 8), constă dintr-o bucată de lemn de corn scobită, în care se introduce materialul fin sfărîmat, amestecat cu o cantitate potrivită de apă. Ținut de margini se execută mișcări foarte scurte și repezi, înainte și înapoi datorită

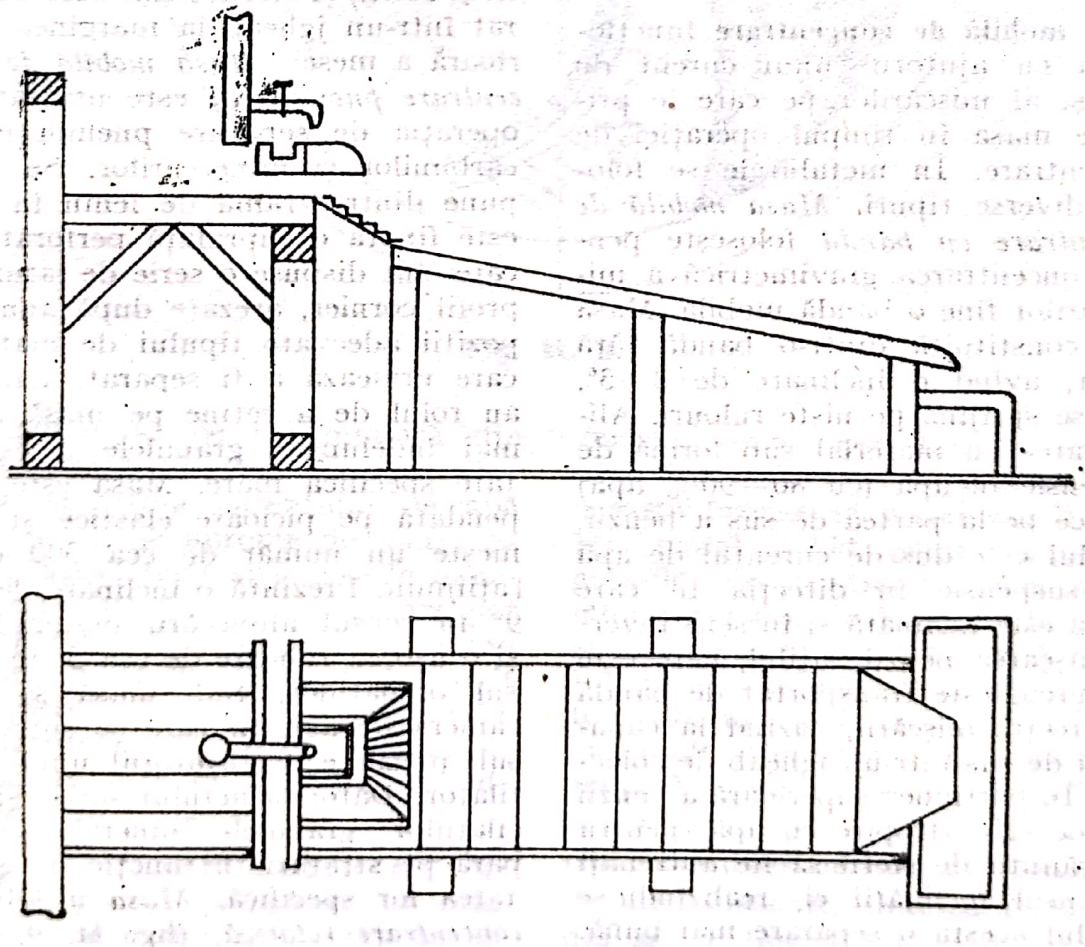


Fig. M. 7.

cărora materialul se așază după greutatea lui specifică și anume materialul mai greu către capătul din față, care este mai îngust, iar cel ușor către partea lărgită de la capătul opus.

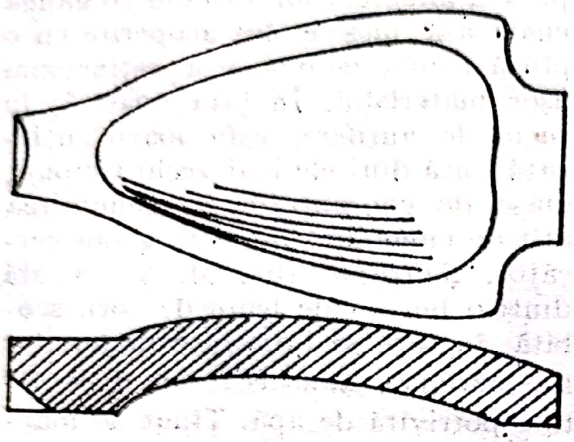


**Fig. M. 8.**
*a*—vedere;
*b*—secțiune.

**masa mobilă de concentrare** funcționează cu ajutorul unui curent de apă și al mișcărilor pe care le primește masa în timpul operației de concentrare. În metalurgie se folosesc diverse tipuri. *Masa mobilă de concentrare cu bandă* folosește pentru concentrarea gravimetrică a minereurilor fine o bandă mobilă. Masa este constituită dintr-o bandă fără sfîrșit, avînd o înclinare de 2—3°, care se sprijină pe niște rulouri. Alimentarea cu material sub formă de suspensie în apă (cu 80—90% apă) se face pe la partea de sus a benzii. Sterilul este dus de curentul de apă din suspensie în direcția în care banda este înclinată și în sens invers cu mișcarea benzii; utilul, care este mai greu, este transportat de bandă în direcția mișcării, căzînd la capătul ei de sus într-un jgheab de colectare. În porțiunea superioară a benzii are loc și o stropire cu apă, pentru ca grăunții de steril să fie antrenați în sensul înclinării ei, realizîndu-se în felul acesta o separare mai bună. Lungimea unor astfel de mese este de cca 3,6 m, lățimea de 1,5—1,8 m, viteza de 0,6—1,8 m/min, iar capacitatea de prelucrare de 5—24 t/zi. *Masa mobilă de concentrare oscilantă*, de formă dreptunghiulară, se sprijină pe picioare elastice și este pusă în mișcare de oscilație prin biele cu excentric sau prin arbori cotiți. Este puțin înclinată în direcția în care se scurge suspensia și are mai multe adîncituri (șanțuri) pe toată suprafața ei. suprafață care este acoperită cu linoleum. În timpul funcționării operația este mult înlesnită prin stropire cu apă. Granulele minerale se mișcă pe masă după curbe cu atît mai lungi, cu cît greutatea lor specifică este mai mare; granulele minerale mai ușoare (granule de steril) iau drumul cel mai scurt și părăsesc primele masa. Concentratul, produsele intermediare (util și steril) și sterilul sînt culese separat într-un jgheab la marginea inferioară a mesei. *Masa mobilă de concentrare pneumatică* este utilizată în operația de separare pneumatică a cărbunilor și minereurilor. Se compune dintr-o ramă de lemn în care este fixată o suprafață perforată pe care sînt dispuse o serie de laturi cu profil cornier, așezate după anumite poziții adecvate tipului de material care urmează a fi separat. Laturile au rolul de a reține pe masă timp mai îndelungat granulele cu greutate specifică mare. Masa este suspendată pe picioare elastice și primește un număr de cca 300 oscilații/min. Prezintă o înclinare de cca 9° în sensul alunecării materialului și o ușoară ridicare de cca 5° în sensul oscilațiilor. Sub masă se află camera de aer, în care se suflă aer sub presiune, cu ajutorul unui ventilator. Datorită aerului suflat și oscilațiilor, granulele minerale se separă pe straturi în funcție de greutatea lor specifică. *Masa mobilă de concentrare rotativă*, (fig. M. 9), are o suprafață de lucru tronconică,

foarte puțin înclinată. Materialul sub formă de suspensie este alimentat la mijlocul ei, ca o pînză subțire care se răspîndește pe o parte din suprafață. Masa primește mișcări scurte și repezi de la un ax cu came care se află situat dedesubtul ei, suspensia

masei, respectiv, greutății indicate pe desen.

**MASELOTĂ,** rezervă de metal lichid care după solidificare reprezintă un adaos suplimentar, avînd rolul de a evita formarea retasurilor în in-

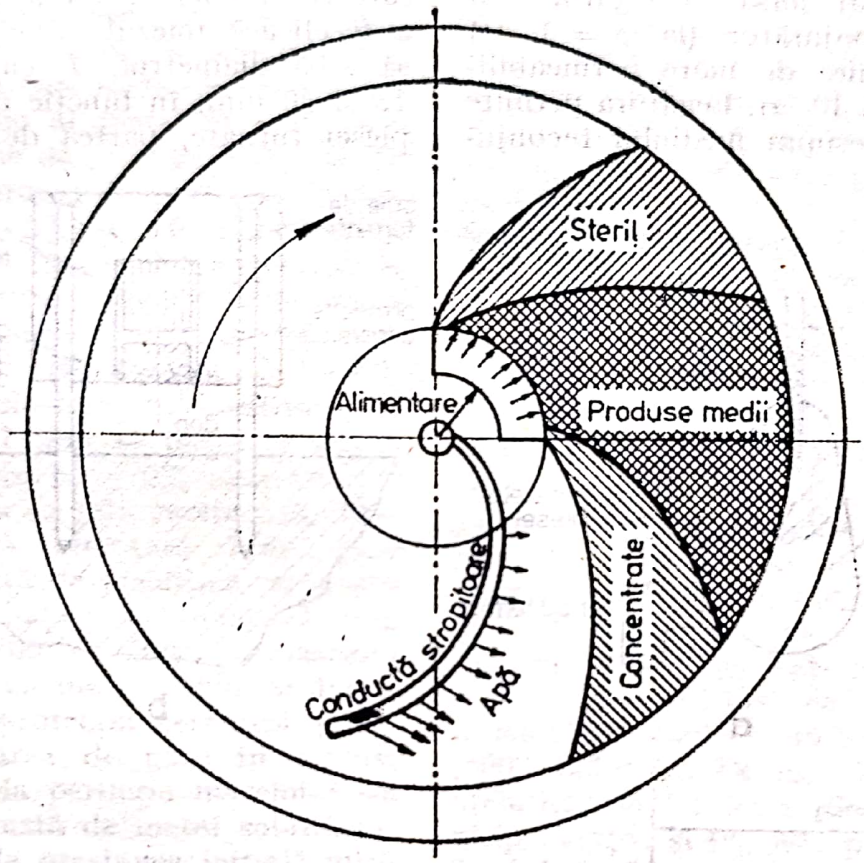



**Fig. M. 9.**

răspîndindu-se pe o suprafață din ce în ce mai mare; în felul acesta adîncimea și viteza curentului de apă scad cu cît se apropie de marginea mesei, astfel încît și granulele minerale cele mai fine și mai ușoare pot fi separate. La marginea ei masa are un canal de colectare împărțit prin pereți verticali în mai multe compartimente. Capacitatea sa de prelucrare este de 0,2—0,5 t/h de material în suspensie.

**MASĂ NECORESPUNZĂTOARE,** defect la piesele prelucrate la cald, datorat abaterilor de la toleranțele

teriorul unei piese turnate sau al unui lingou. În tot timpul solidificării aceasta furnizează piesei sau lingoului, metal lichid pentru umplerea golurilor de contracție. Din acest motiv, canalul de legătură între **M.** și piesă sau lingou trebuie să nu se solidifice înainte de solidificarea acestora din urmă. Pentru a întîrzia și mai mult solidificarea **M.,** aceasta se acoperă la suprafață cu diverse substanțe care prin ardere degajă o cantitate mare de căldură. Deoarece, în mod obișnuit, trecerea metalului din **M.** în lingou sau piesă are loc

datorită presiunii metalostatice, **M.** se amplasează la partea superioară a pieselor turnate sau a lingourilor. Pot fi deschise, cînd metalul lichid din ele este în contact cu atmosfera, sau închise, în caz contrar.

**maselotă atmosferică,** maselotă închisă (oarbă) pusă în legătură cu mediul înconjurător (la $p = 1$ at) printr-un miez de mare permeabilitate (fig. M. 10, *a*). Legătura permite acțiunea presiunii mediului înconjurător ($p = 1$ at) asupra metalului lichid din interiorul maselotei pentru a completa golurile generate în nodurile termice ale piesei de contracția metalului lichid. În acest fel golul de contracție (retasura) se formează în maselotă și nu în piesă, care rezultă astfel compactă. Pentru a fi eficace miezul cilindric trebuie să aibă diametrul, *d*, cuprins între 12 și 50 mm, în funcție de mărimea piesei turnate, partea de miez care

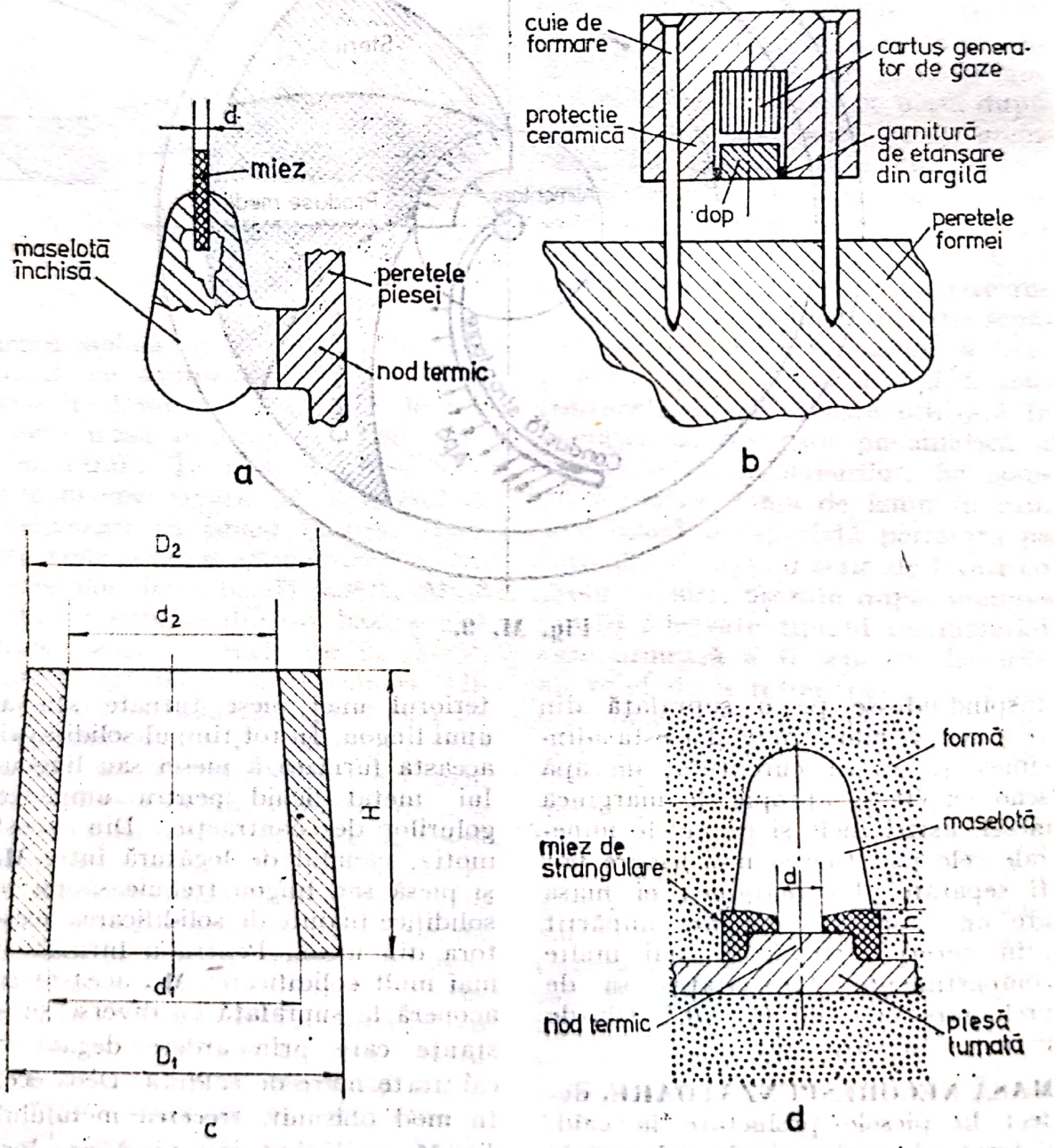



**Fig. M. 10.**

intră în maselotă trebuind să aibă lungimea egală cu valoarea minimă a razei părții sferice aflată la partea superioară a maselotei. De asemenea, miezul trebuie pus în legătură directă cu mediul înconjurător sau prin intermediul unor canale special executate în formă.

**maselotă cu presiune de gaze,** maselotă închisă (oarbă) la care compensarea contracției metalului lichid din nodul termic al piesei se realizează sub presiune de gaze generate de un cartuș generator de gaze sau de aer comprimat (fig. M. 10, *b*). Cartușul generator de gaze se amplasează la 1/3 pe înălțime, față de baza maselotei. Substanță generatoare de gaze (praf de cretă, $BaCO_3$, $ZnCO_3$, $(NH_4)_2CO_3$) se folosește în cantități de 10—20 g. Dopul și pasta ceramică se execută din 60—70% nisip cuarțos grosolan sau șamotă caolinoasă, 30—40% caolină refractară și apă pînă la consistență de plastilină, se usucă la 110° C și, apoi, se calcinează timp de 4 h la 1100° C. După ce maselota s-a umplut cu metal lichid, se încălzește întîi protecția ceramică și începe degajarea de gaze în cartuș; între timp la periferia maselotei s-a format o crustă de metal solidificat. Ca urmare la presiunea inițială mică dopul iese afară și metalul lichid ia contact cu substanța generatoare de gaze, determinînd descompunerea acesteia și dezvoltarea unor presiuni mai mari ce ajută la alimentarea cu metal lichid din maselotă a nodului termic al piesei în timpul solidificării acestuia.

**maselotă exotermă,** maselotă prevăzută cu înveliș din amestec care la contact cu metalul lichid degajă căldură, ca urmare a unor reacții exoterme între componenții acestuia (fig. M. 10, *c*). Maselota primind căldură va fi ultima parte care se solidifică, retasura realizîndu-se astfel în aceasta și nu în piesă. Compoziția învelișurilor exoterme constituie subiect de patente. În țara noastră se utilizează amestecul exoterm numit *termicem*, patentat de Institutul de Cercetări Metalurgice—București. Învelișul are formă de bucșă cu secțiunea longitudinală trapez isoscel, cu dimensiuni variabile funcție de volumul metalului lichid $V_m$ din maselotă. De ex.: la $V_m$ = = 0,17 dm³, $D_1 = 90$ mm, $D_2 = 85$, $d_1 = 55$, $d_2 = 60$, $H = 80$, iar la $V_m = 20{,}60$ dm³, $D_1 = 370$, $D_2 =$ = 355, $d_1 = 290$, $d_2 = 300$, $H =$ = 320 mm.

**maselotă strangulată,** maselotă ușor detașabilă prin micșorarea suprafeței de contact a acesteia cu piesa, cu ajutorul unui miez separator de bună conductibilitate termică (fig. M. 10, *d*). Forma miezului se adaptează la forma părții piesei pe care se amplasează maselota, iar dimensiunile acestuia, $d$ și $h$, se stabilesc în funcție de felul aliajului și de diametrul maselotei, respectînd indicația ca $d/h \geqslant 3$. Amestecurile care compun miezul cuprind componenți refractari și lianți, care înainte de folosire se usucă (110—220° C) sau se calcinează (500—1250° C). De ex.: la turnarea oțelurilor se folosește amestec 96% nisip cuarțos și 4% ulei de in, uscat 2—3 h la 220° C sau 35—45% șamotă caolinoasă, 60—70% șamotă, 20—35% praf de grafit, uscat 2 h la 140—170° C și calcinat 2 h la 1250° C, iar la turnarea fontelor și aliajelor neferoase amestec de 83% nisip cuarțos, 11% șamotă caolinoasă, 2% ulei, 4% leșie sulfitică ($\rho = 1{,}26$), uscat 2—3 h la 110—140° C, sau 15% nisip cuarțos, 50% nisip argilos, 35% șamotă caolinoasă, 11% apă, uscat 2 h la 140—170° C și, apoi, calcinat 2 h la 600—800° C.

**maselotă termoizolantă,** maselotă prevăzută cu înveliș din amestec termoizolant, pentru a micșora cît mai mult pierderile de căldură de la metalul lichid spre mediul exterior. În acest fel se respectă principiul ca

maselota să fie ultima parte care se solidifică, pentru a realiza retasura numai în maselotă și nu în piesă. Învelișul are forma și dimensiunile indicate la →*maselota exotermă*. În compoziția învelișului intră materiale termoizolante și lianți, care se usucă timp relativ lung. Compoziția cu 100% diatomit, 2% bentonită, 3% rășină fenolică și 12% apă, uscată 4 h la 230° C se recomandă la turnarea tuturor aliajelor.

**MAȘINĂ DE FORMAT,** mașină folosită pentru executarea mecanizată a formelor. După modul de acționare pot fi cu acționare manuală, pneumatică, hidraulică, mecanică sau electromagnetică. După cum se extrage modelul din formă se pot clasifica în **M. de F.:** cu mecanisme cu știfturi, cu pieptene, cu masă rabatabilă sau cu masă rotativă. După modul cum se realizează îndesarea amestecului de formare pot fi prin: scuturare, presare, aruncare, scuturare și presare etc. La extragerea din formă modelul se poate situa deasupra sau dedesubtul ramei de formare.

**mașina de format prin aruncare** (fig. M. 11) realizează operația de îndesare prin aruncarea (proiectarea centrifugă) amestecului în formă. Pot fi: suspendate, fixe și mobile. Îndesarea amestecului se realizează prin antrenarea acestuia de către o paletă în mișcare de rotație și proiectarea în formă (fig. M. 11, *a*). Se realizează un grad de îndesare uniform (fig. M. 11, *b*), ce poate fi reglat variind viteza de rotație a paletei și distanța de la cap la formă (prin apropierea capului de îndesare de formă se realizează un grad de îndesare mai mare). Mașina este folosită numai pentru îndesarea amestecului (fig. M. 11, *c*), operația de extragere a modelului din formă realizîndu-se cu ajutorul unor mașini sau instalații speciale. Se utilizează pentru îndesarea formelor mari și mijlocii, cu dimensiuni în plan orizontal de min. 800 × 800 mm.

**mașina de format prin presare** reprezintă cel mai răspîndit tip de mașină de format, la care operația de îndesare a amestecului în rama de formare se execută prin presare. După poziția sabotului de presare față de rama de formare și de umplere se clasifică în: cu presare de sus și cu presare de jos. După mărimea presiunii pot fi: cu presiune mică ( $< 40$ daN/mm$^2$), mijlocie (40—80 daN/mm$^2$), mare (80—500 daN/mm$^2$) și foarte mare (500—2 000 daN/mm$^2$). În fig. M. 12, *a* se prezintă schema unei mașini de format prin presare de sus. Masa mașinii *1* face corp comun cu pistonul *2* care se deplasează în cilindrul *3*. Pe masa mașinii este fixată placa-model *4* cu modelul *5*. Brațul *6* al mașinii, care se poate roti în jurul unui ax montat în coloana *7* este prevăzut cu sabotul reglabil de presare *8*. Tija *9*, care este fixată articulat de brațul *6*, în timpul presării se prinde între două urechi în formă de furcă ale mesei (nefigurate în schiță) și servește ca sprijin pentru brațul *6*. Rama de formare *10* se așază centrat pe placa-model. Peste rama de formare se așază rama de umplere *11*, se umplu cu amestec de formare, îndepărtîndu-se excesul peste suprafața superioară. Îndesarea amestecului se realizează prin admisie de aer comprimat prin robinetul *12*. Aerul comprimat ridică pistonul cu tot ansamblul de pe el pînă cînd tot amestecul de formare din rama de umplere este îndesat în rama de formare. Se închide accesul aerului comprimat prin robinetul *12* și se pune cilindrul în legătură cu atmosfera, pentru evacuarea aerului comprimat. După ce pistonul coboară în poziția inițială se îndepărtează rama de umplere, se nivelează amestecul de formare și se perforează

canale de aerisire. Pentru ridicarea semiformei de pe masa mașinii se introduce aer comprimat în cilindrii *13* în care culisează pistoanele *14*, care ridică rama de formare prin intermediul unor tije ce pătrund prin masa mașinii. Concomitent cu ridicarea semiformei, placa model este vibrată cu un vibrator cu aer comprimat sau electromagnetic pentru înlesnirea desprinderii modelului din amestecul de formare. La *mașinile de format prin presare de jos* masa este fixă și se coboară traversa *6* cu sabotul de presare *8*.

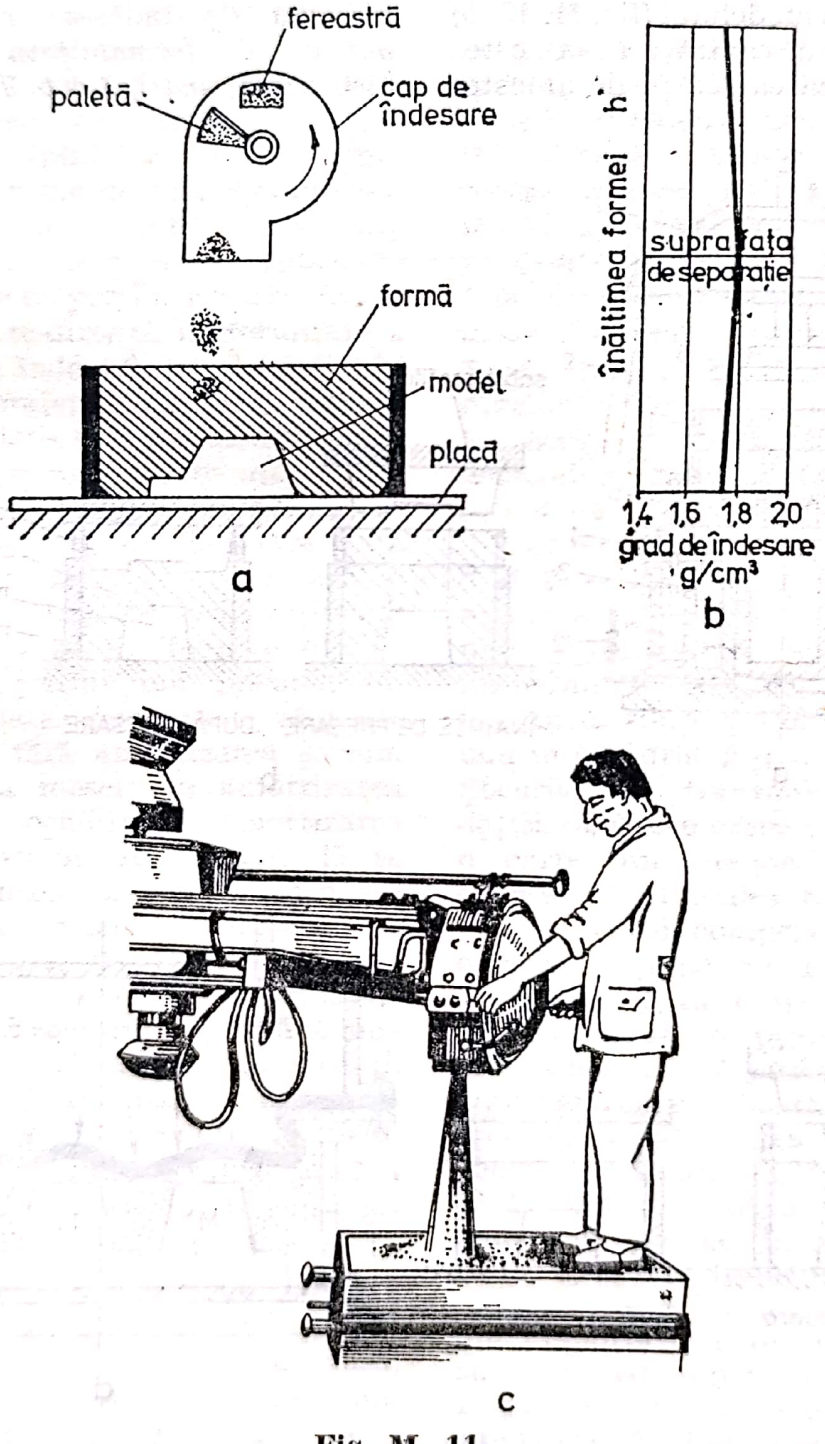



**Fig. M. 11.**

Acest tip este mai puțin răspîndit din cauza unor dezavantaje (se complică extragerea modelului din amestec, are loc uzura rapidă a mesei mașinii și ramei de umplere din cauza pătrunderii de amestec între ele ș.a.). Pentru realizarea unui grad uniform de îndesare a formei se folosesc saboturi de presare cu ieșinduri corespunzătoare formei modelului (fig. M. 12, *b*) sau se execută cavități în amestec pentru reglarea cantității de amestec presat (fig. M. 12, *c*). În același scop se folosesc *mașini de format prin vibropresare*, la care odată cu presarea se execută și vibrarea ramei cu amestec. La cele trei tipuri de mașini, cu presare de jos, de sus și prin vibropresare se folosesc rame cu înălțime pînă la 200 mm, deci la formarea cu modele joase. Un grad uniform de îndesare realizează și *mașina de format prin presare cu membrană, mașină tip Taccone*, (fig.

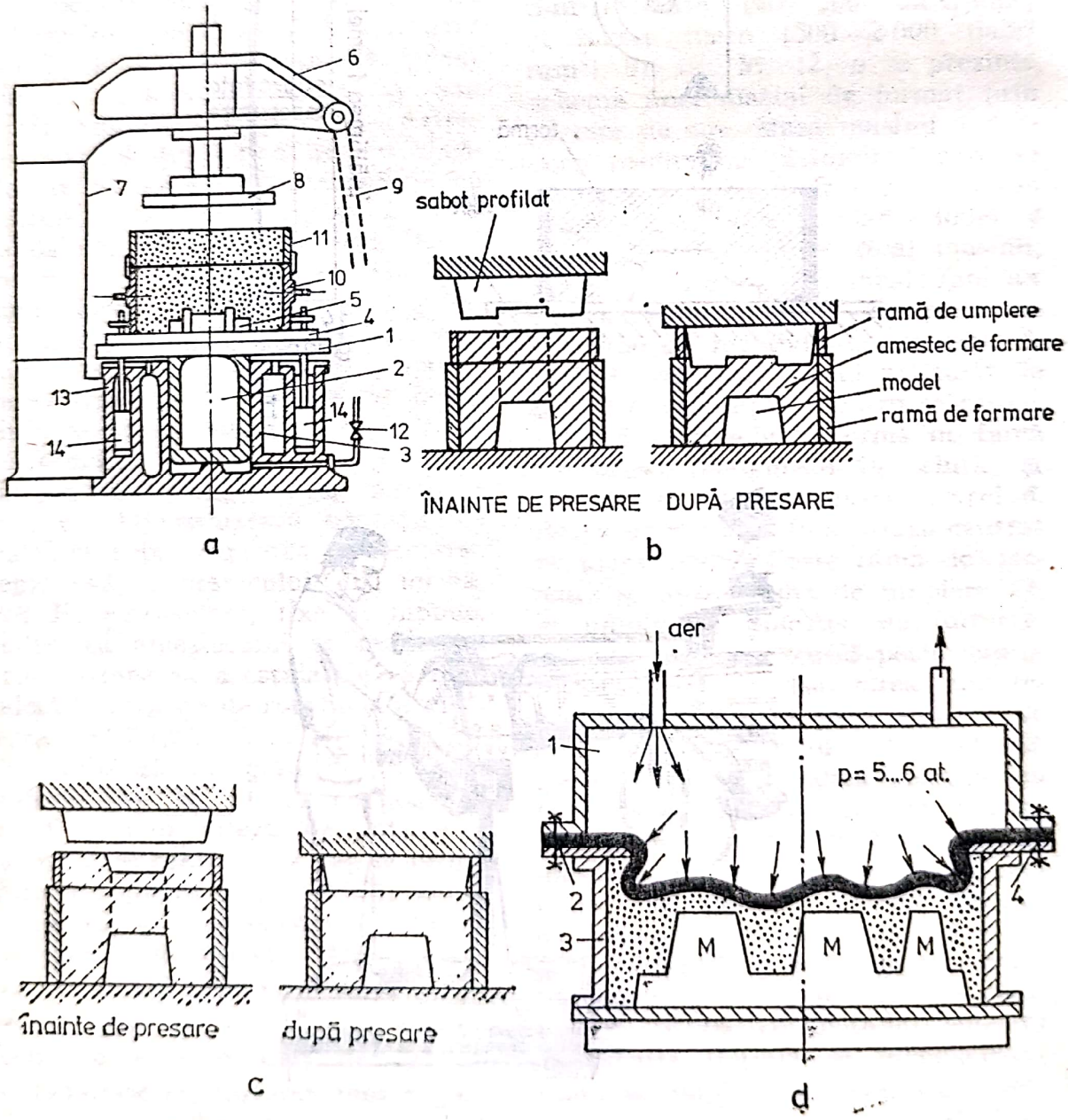


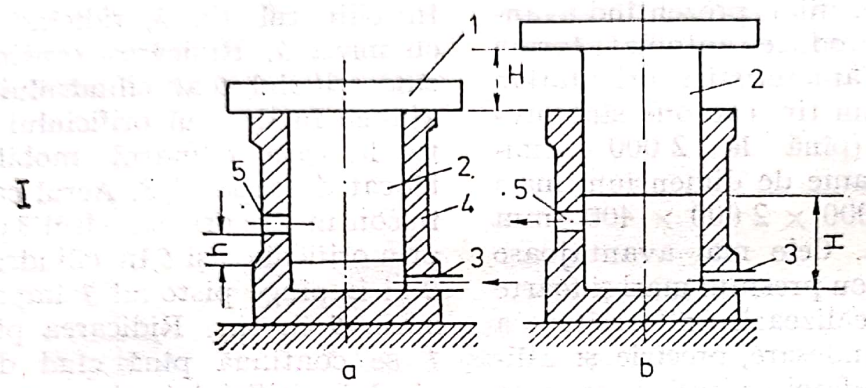

**Fig. M. 12.**

M. 12, *d)*, după numele inventatorului său R. W. Taccone. Capul de presare al mașinii cuprinde spațiul *1*, închis la partea inferioară cu membrană de cauciuc *2*. În spațiul *1* se creează o presiune de 5—7 daN/mm² și ca urmare membrana *2* presează amestecul de formare din rama *3*. Rezultă că membrana funcționează ca un sabot profilat, prezentînd avantajul că reproduce automat forma modelului. Caracteristici orientative ale unei mașini tip Taccone sînt productivitate (pînă la 2 000 semiforme/h) și rame de dimensiuni mari (pînă la 2 000 × 2 000 × 400 mm și mai mari). Cele mai avantajoase sînt mașinile cu presiuni mari și foarte mari care realizează uniformitate a gradului de îndesare, precizie și calitate a suprafeței pieselor turnate ridicate, adaos de prelucrare mic, consum de muncă foarte mic.

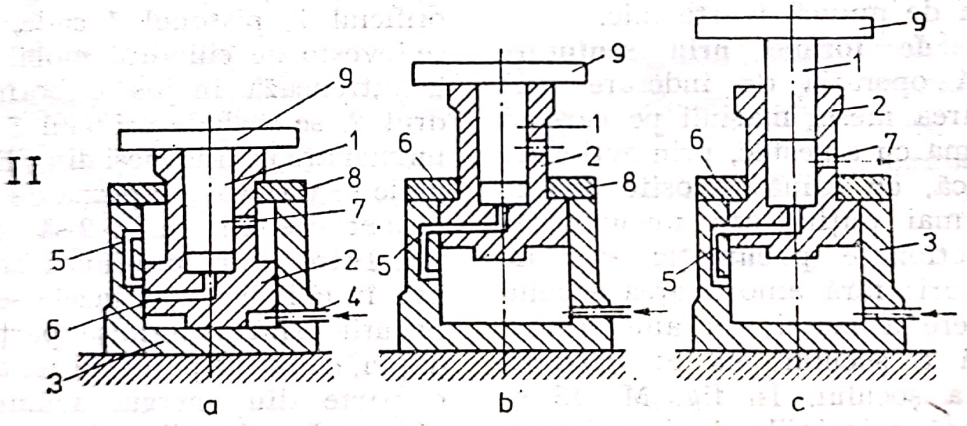
**mașina de format prin scuturare** execută operația de îndesare prin scuturarea mesei mașinii pe care se află rama cu amestec, prin acționare mecanică, cu camă (folosite din ce în ce mai puțin) sau pneumatică. Cele acționate pneumatic sînt de trei tipuri: fără amortizarea șocului de cădere a mesei; cu amortizarea parțială a șocului; cu amortizarea totală a șocului. În fig. M. 13 se reprezintă principiile de funcționare ale celor trei tipuri de mașini. La primul tip (fig. M. 13, I, *a)*, aerul comprimat (5—7 at) intră prin orificiul *3* în cilindrul *4* și ridică pistonul *2* împreună cu masa *1* a mașinii. Cînd pistonul a depășit înălțimea *h* aerul comprimat iese prin orificiul de evacuare *5*; în virtutea inerției pistonul se mai deplasează în sus atingînd înălțimea *H* (fig. M. 13, I, *b*). În acest moment presiunea din cilindru scade brusc, datorită evacuării aerului și pistonul cade împreună cu masa, lovindu-se cu putere de baza cilindrului *4*, ceea ce determină îndesarea amestecului aflat în rama așezată pe masa mașinii. În continuare, aerul comprimat intră prin orificiul *3* ridicînd pistonul cu masa. Fazele se succed, realizîndu-se, astfel 30—100 curse/min (funcție de tipul mașinii). La al doilea tip (fig. M. 13, II, cel mai răspîndit, prin orificiul *4* aerul comprimat intră în cilindrul fix *3*, ridicînd pistonul cu masa *9*. Ridicarea continuă pînă cînd orificiul *6* al cilindrului mobil *2* ajunge în dreptul orificiului *5*, poziție la care cilindrul mobil *2* este blocat de capacul *8*. Aerul care intră în continuare prin cilindrul *3* pătrunde prin orificiile *5* și *6* în cilindrul mobil *2* și împinge pistonul *1* împreună cu masa *9* în sus. Ridicarea pistonului *1* se continuă pînă cînd depășește nivelul orificiului de evacuare *7*. În acest moment aerul iese prin orificiul *7*, pistonul *1* cade, masa *9* se lovește de cilindrul mobil pe care îl antrenează în jos. Coborînd cilindrul *2*, se închide orificiul *5* și aerul nu mai are pe unde ieși din cilindrul *3*, unde se formează o pernă de aer care nu permite cilindrului *2* să cadă pînă jos. Între timp, presiunea crește din nou în cilindrul *3* și fazele se repetă. Șocurile sînt transmise parțial fundației, deoarece perna de aer absoarbe o parte din energia acumulată în cădere. La al treilea tip (fig. M. 13, III, *a)* aerul comprimat intră prin orificiul *5* și pătrunde prin masa *7* și pistonul *1*, în cilindrul amortizat *2*; creîndu-se o presiune în cilindrul amortizor *2*, pistonul se ridică, iar cilindrul *2* coboară, comprimînd arcurile *4*. Ridicarea pistonului și coborîrea cilindrului *2* se continuă pînă cînd orificiul *8* al cilindrului amortizor ajunge în dreptul orificiului *6*, al cilindrului fix *3*. În acest moment aerul se evacuează brusc din cilindrul *2*, care este împins în sus, iar pistonul *1* cu masa *7* cad, lovindu-se de marginea cilindrului amortizor *2*. Fundația nu suportă

Scanned with OKEN Scanner

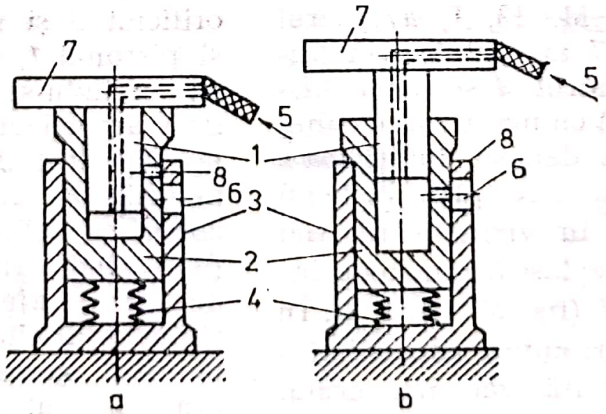
nici un fel de șoc, acesta fiind preluat complet de cilindrul amortizor. Etapele tehnologice ale formării pe acest tip de mașină sînt următoarele: se montează placa-model pe masa mașinii și se curăță prin suflare cu aer comprimat; se așază pe placă rama de formare și se pudrează placa; se umple rama cu amestec; se începe scuturarea (amplitudinea, 30—80 mm); se adaugă amestec de formare în ramă, pe măsură ce se îndeasă și se menține mașina în funcțiune 30—50 scuturări; se oprește mașina și se mai adaugă un strat de amestec (care depășește înălțimea ramei cu




fără amortizarea șocului de cădere a mesei




cu amortizarea parțială a șocului de cădere




cu amortizarea totală a șocului

**Fig. M. 13.**

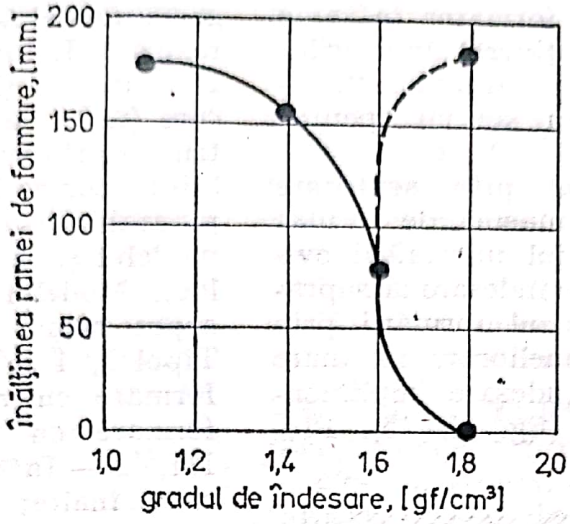



**Fig. M. 13.**

20—30 mm), în special, spre colțurile ramei de formare; se presează suplimentar cu un sabot plan sau profilat (mașina are o placă de presare); se răzuiește forma și se execută canale de aerisire; se extrage modelul. Variația gradului de îndesare a formei pe înălțimea ramei (fig. M. 13, IV) la **m. de. f. prin s.** scoate în evidență faptul că gradul de îndesare scade evident spre suprafața formei. *Mașinile de format prin scuturare cu masă rabatabilă* (fig. M. 14) pentru extragerea modelului

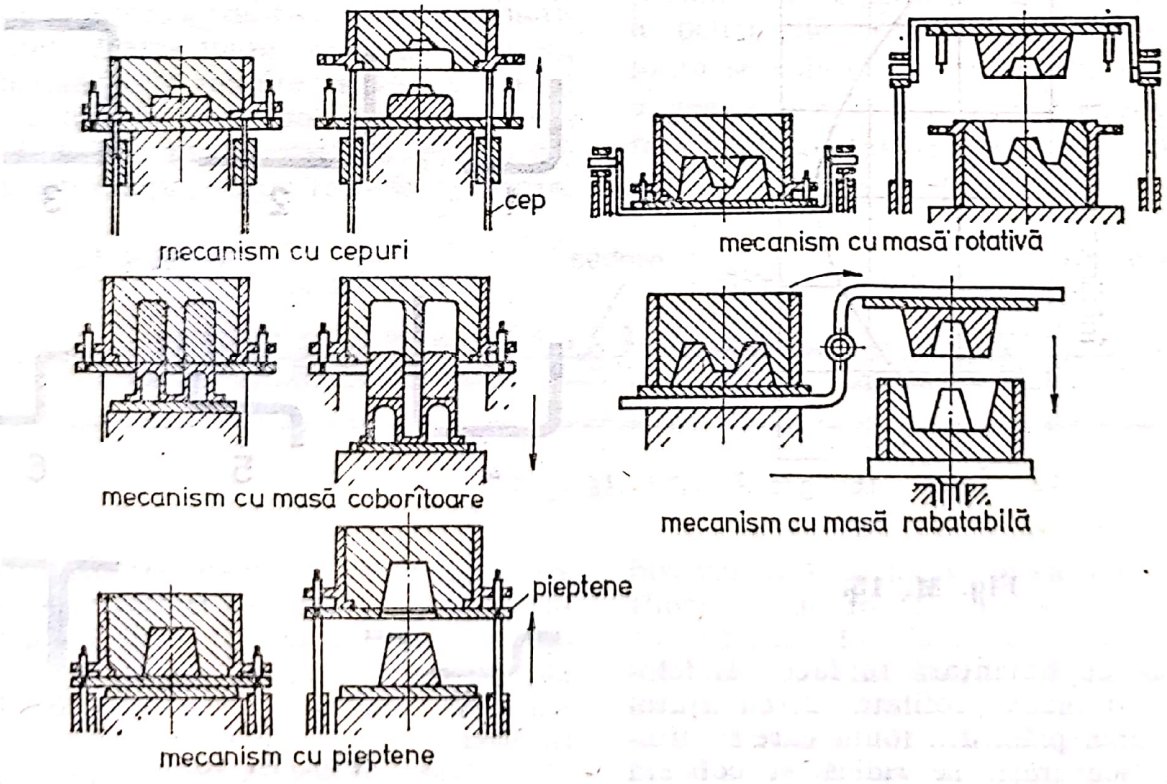



**Fig. M. 14.**

se folosesc pentru formarea în rame joase și pentru obținerea miezurilor mari, iar cele cu extragerea modelului cu dornuri, în special, pentru rame înalte.

**mașina de format prin scuturare și presare** este o mașină de format la care dezavantajul micșorării evidente a gradului de îndesare la suprafața formei, în cazul formării prin scuturare, este ameliorat, în mare măsură printr-o îndesare suplimentară prin presare (fig. M. 15). Pre-

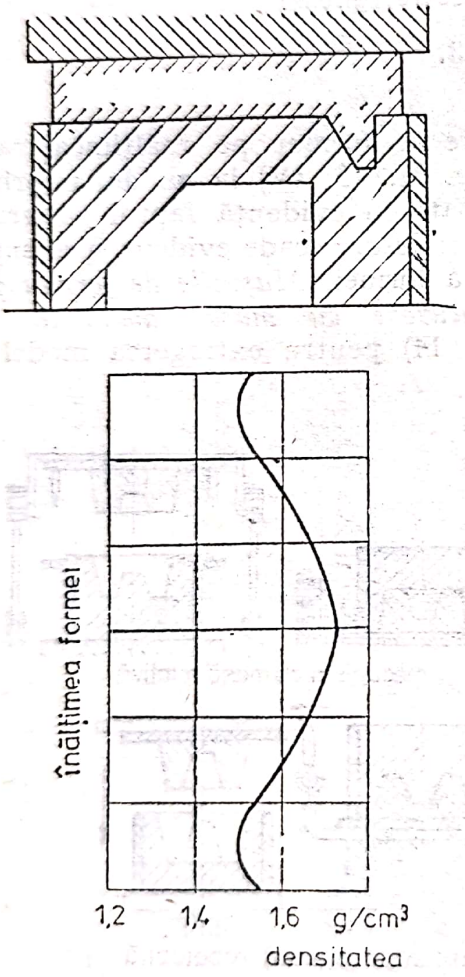



**Fig. M. 15.**

sarea suplimentară se face: 1. folosind o placă profilată; 2. cu ajutorul unei plăci din fontă care în timpul scuturării se ridică și coboară odată cu forma și 3. manual. Extragerea modelului din formă se poate realiza: I. folosind masa rotativă; II. folosind șlifturi, III. cu întoarcere (se întoarce corpul mașinii pentru desprinderea și ridicarea modelului din forma îndesată) și IV. cu masă rabatabilă (se rabate masa, se scoate modelul și, apoi, se readuce masa la loc). Modelul poate fi plasat: deasupra ramei sau dedesubtul ramei. Tipul I, 1 se utilizează în special la formare cu rame joase; II, 2 — la formare cu rame joase și înalte; III, 2 — în special la formare cu rame înalte; IV, 1 — la formare cu rame joase.

**MAȘINĂ DE ÎNDOIT,** mașină destinată în special îndoirii la rece a tablelor și benzilor, în vederea realizării diverselor profiluri. Cu ajutorul **M. de Î.** se obțin numeroase profiluri: cornier cu aripi egale, profil U cu aripi neegale, profil V cu aripi egale etc. (fig. M. 16). În urma operației de îndoire, materialul suferă o deformare plastică numai în porțiunea

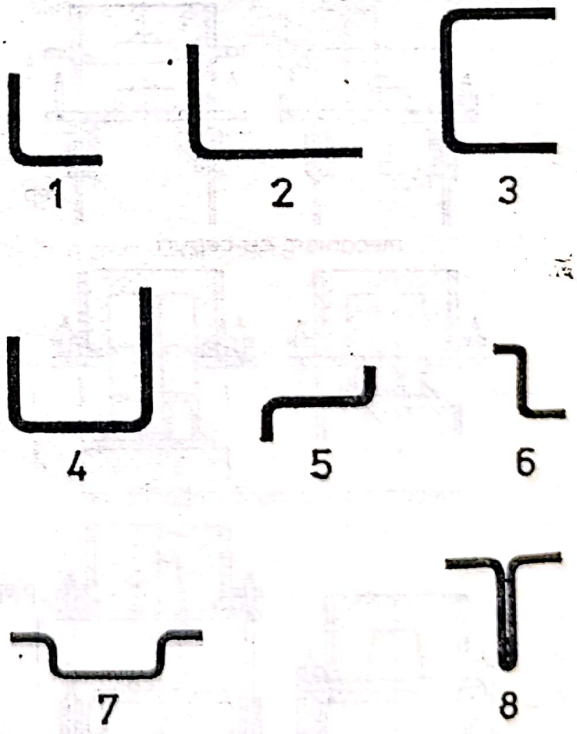



**Fig. M. 16.**
Tipuri de profiluri

în care se produce curbarea, lungimea semifabricatului rămînînd constantă. Fibrele materialului, spre interiorul zonei de curbură, se comprimă, iar fibrele exterioare suferă o întindere. Îndoirea se execută cu ajutorul matrițelor, în unele cazuri semimatrița superioară are rolul de poanson. Matrițele se montează la prese a căror acționare poate fi manuală, electrică sau hidraulică. Introducerea tablei într-o astfel de presă se face cu ajutorul unei mese, acționată electric, pe care se așază tabla și care este împinsă într-un clește. Îndoirea materialului are loc prin apăsarea și ridicarea succesivă a semimatriței superioare. Profilul obținut este preluat de un cărucior care îl transportă la o mașină de stivuit. Presele pentru îndoit, acționate electromecanic, se mai numesc *abkanturi*. Cele mai bune rezultate în operațiile de îndoire se obțin utilizînd mașini de îndoit (profilare) cu role (fig. M. 17). Utilizarea mașinii de profilare cu role permite obținerea unei precizii ridicate, la productivitate foarte mare. Pe lîngă acestea, instalația de îndoire cu role prezintă și avantajul că se poate adapta după necesități, în funcție de profilurile și producția, care trebuie realizate.

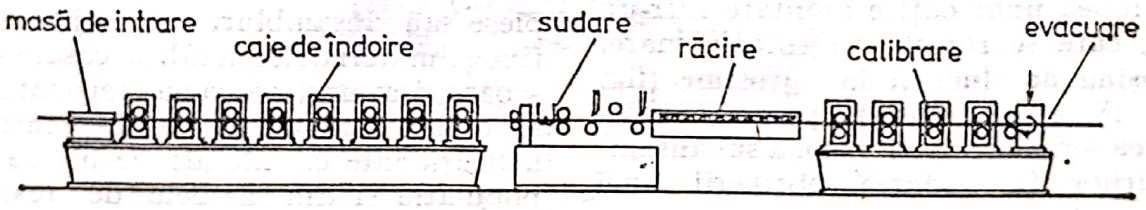



**Fig. M. 17.**

În situația cînd nu sînt necesare productivități ridicate se poate concepe o linie simplă formată numai dintr-o masă de primire și **M. de Î.** propriu-zisă. O astfel de linie lucrează numai cu banda tăiată în prealabil la lungimea necesară. Cele mai moderne sînt liniile de profilare cu role, continue, care lucrează cu bandă în colaci și care sînt formate, în principal din: utilaje pentru pregătirea benzii, pentru profilare, pentru debitare și protecția anticorosivă. Aceste instalații pot executa îndoiri complexe, răsfrîngeri de margini, caneluri, nervuri etc. precum și prelucrarea tablelor sau a benzilor cu lățimea cuprinsă între 300 și 2 000 mm și grosimea între 2 și 20 mm.

**MAȘINĂ DE TURNAT FONTĂ,** mașină specială pentru turnarea fontei în blocuri, constituită din banda de turnare, troliul de basculare a oalei de fontă, platforma de turnare, platforma cu jgheaburile de evacuare a blocurilor și instalația de stropire cu lapte de var a cupelor benzii. Banda de turnare constă dintr-un șir continuu de cărucioare pe care se află cupe din oțel sau din fontă, care se umplu cu fontă lichidă. Înainte de turnarea fontei, cupele se stropesc cu lapte de var, pentru a evita lipirea blocurilor. În timpul parcurgerii lungimii de 40—45 m a benzii de turnare (cca 7 min), fonta se solidifică și blocurile cad în vagoane de cale ferată fiind transportate la depozitul de fontă. Pe ultima porțiune a benzii răcirea fontei este intensificată prin stropirea cu apă. Blocurile de fontă au greutatea de 25—45 kg, lungimea de cel mult 600 mm și sînt împărțite în 3—6 bucăți, prin șanțuri. **M. de T. F.** sînt alcătuite din una sau două benzi de turnat așezate paralel. Capacitatea zilnică de turnare a mașinii

cu două benzi este de 1 600—1 800 t, pentru 20 h de funcționare.

**MAȘINI PENTRU MODELĂRIE,** mașini utilizate pentru prelucrarea mecanizată a lemnului (fig. M. 18).

**ferăstrăul circular pendular** (fig. M. 18, *a)* se utilizează numai pentru tăierea transversală a lemnului. Tăierea se realizează tot cu un disc care se rotește dar care se și deplasează în același timp (pendulează).

**ferăstrăul circular universal** (fig. M. 18, *b)* se folosește pentru tăierea longitudinală și transversală a lemnului la diferite dimensiuni. Tăierea se realizează cu un disc metalic (pînză) subțire, prevăzut cu dantură la exterior și care se rotește cu turație mare (1 500—2 000 rot./min).

**ferăstrăul cu panglică** (fig. M. 18, *c)* execută o gamă largă de operații de tăiere cu ajutorul unei pînze continue care se deplasează cu viteză mare. Mișcarea pînzei este determinată de rotirea unui disc acționat mecanic.

**mașina de găurit** se folosește pentru executarea mecanizată a diferitelor orificii.

**mașina de îndreptat lemnul prin rindelare** (fig. M. 18, *d)* se folosește pentru netezirea suprafețelor scîndurilor. Rindelarea se realizează prin acțiunea unor cuțite montate într-un ax, care se rotește cu turație mare.

**mașina de rindelat la grosime** (fig. M. 18, *e)* se folosește pentru rindelarea semifabricatelor sau a subansamblurilor în vederea obținerii unei grosimi constante (fețe paralele). Aceasta are axul cu cuțite deasupra, iar deplasarea materialului se realizează mecanic.

**mașina de șlefuit** (fig. M. 18, *f)* se folosește pentru finisarea mecanizată a suprafețelor de lemn. Poate fi cu discuri sau cu tambur.

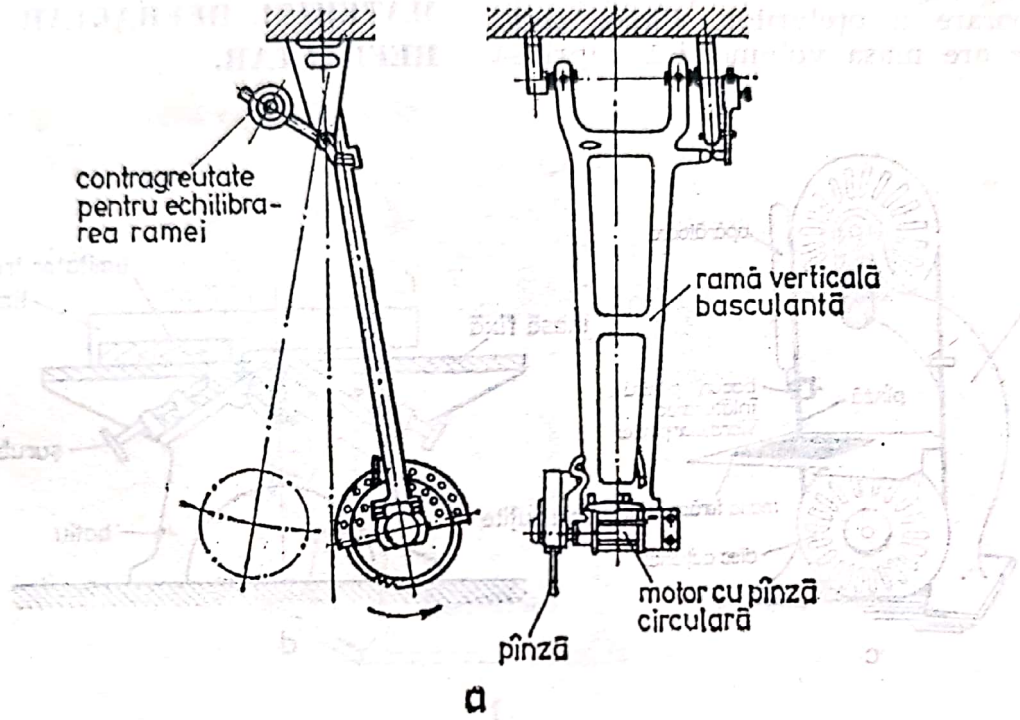
**strungul** (fig. M. 18, *g)* se utilizează pentru prelucrarea prin strunjire a modelelor sau diferitelor subansambluri. În modelării se folosesc *strunguri paralele* și *strunguri plane.*

**MATĂ,** produs intermediar rezultat din procesul de elaborare a unor metale (cupru, nichel, plumb). La temperaturi înalte, reprezintă o topitură de sulfuri (sulfura metalului principal și sulfura de fier). De asemenea, mai poate să conțină și alte sulfuri metalice și metale prețioase (Au, Ag etc.). De obicei termenul mai este însoțit și de numele metalului de bază pe care îl conține, de ex.: mată de cupru.

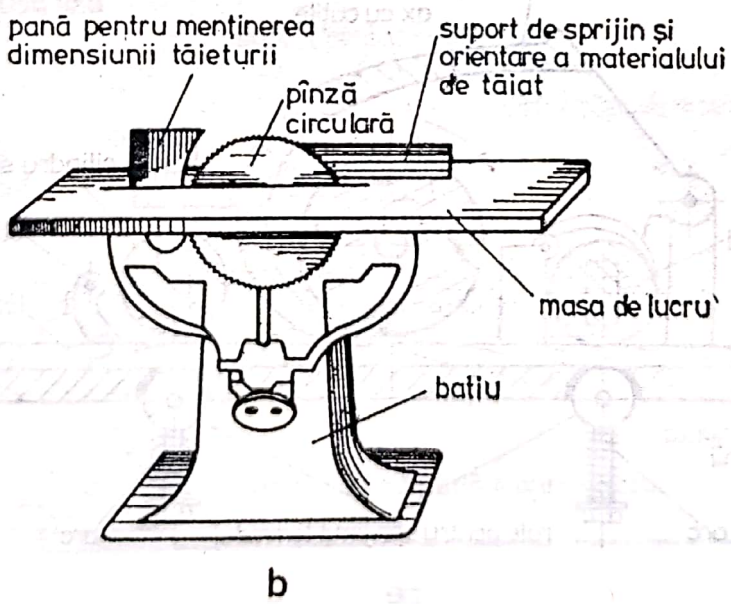
**MATERIAL METALIC RECIRCULAT,** material metalic dirijat pentru refolosire prin prelucrare în circuitul metalurgic. Se clasifică în deșeu și metal vechi. Prin *deșeuri* se înțeleg resturile de metale sau aliaje, feroase sau neferoase, rezultate de la prelucrare (turnare: scursuri și stropi de la topire și turnare; deformare plastică; capete de profile, șutaje etc.; așchiere: așchii, prelucrare termică și chimică a metalelor neferoase: cenuși, oxizi, drojdii, zgure și șlamuri) și rebuturile din procesele tehnologice de prelucrare prin turnare sau deformare plastică. Prin *metal vechi* se înțelege mijloacele fixe și materialele metalice casate, piese sau ansambluri ale mijloacelor fixe și materialele metalice casate sau scoase din uz cu ocazia reparațiilor și obiecte metalice de uz casnic, achiziționate ca metale vechi de la populație și din haldele de resturi menajere.

**fierul vechi** colectat se poate prezenta sub o formă neomogenă din punct de vedere fizic și chimic sau sortat. *Fierul vechi sortat* este fier vechi ales pe anumite categorii în funcție de compoziția chimică și greutatea volumetrică. În scopul evitării unor dificultăți la elaborarea oțelurilor și al valorificării unor elemente scumpe ca: Ni, Cr, W, **f. v.** se sortează în

fier vechi nealiat, fier vechi aliat (diferite sorturi în funcție de elementele de aliere), fier vechi cu conținut mare de fosfor, fier vechi cu conținut mare de sulf etc. În funcție de greutatea volumetrică fierul vechi poate fi clasat în fier vechi greu, fie vechi mijlociu, fier vechi ușor. *Fierul vechi greu* are masa volumetrică mai mare de 1 700 kg/m³ și este alcătuit din lingouri defecte, brame, blumuri, roți și alte părți grele din




a




b

**Fig. M. 18.**

utilaje și mașini. *Fierul vechi mijlociu* are masa volumetrică cuprinsă între 1 300—1 700 kg/m³ și este format din traverse, șine, șutaje și alte piese provenite din construcția unor mașini sau utilaje. Reprezintă sortul cel mai potrivit pentru încărcătura metalică a cuptoarelor de elaborare a oțelurilor. *Fierul vechi ușor* are masa volumetrică cuprinsă între 800 și 1 300 kg/m³ sau chiar sub 800 kg/m³ și este alcătuit din strunjituri, sîrmă, tablă subțire, cutii din tablă etc. Reprezintă sortul cel mai necorespunzător pentru încărcătura metalică a cuptoarelor de elaborare a oțelurilor.

**MATERIAL REFRACTAR, PRODUS REFRACTAR.**

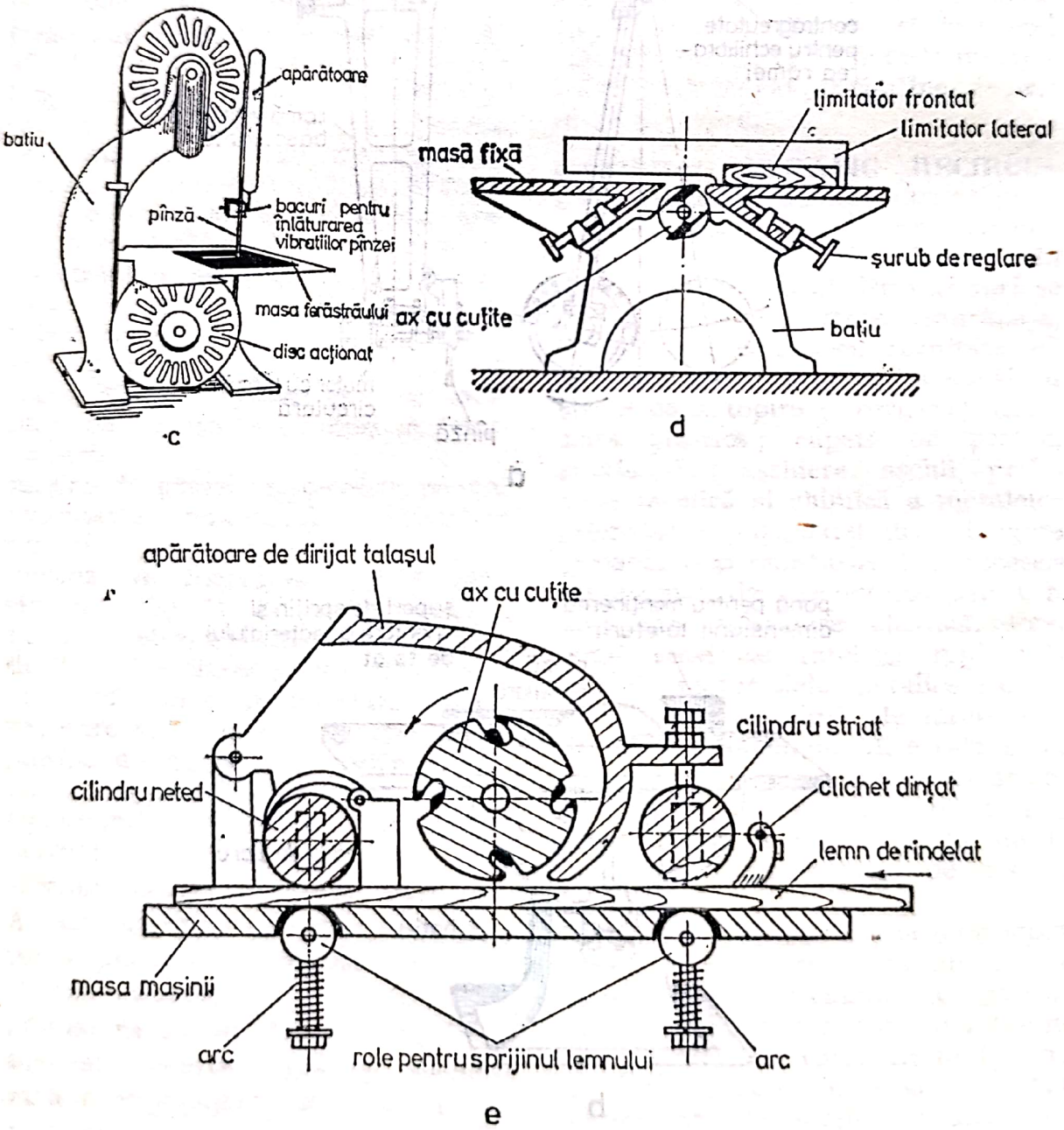
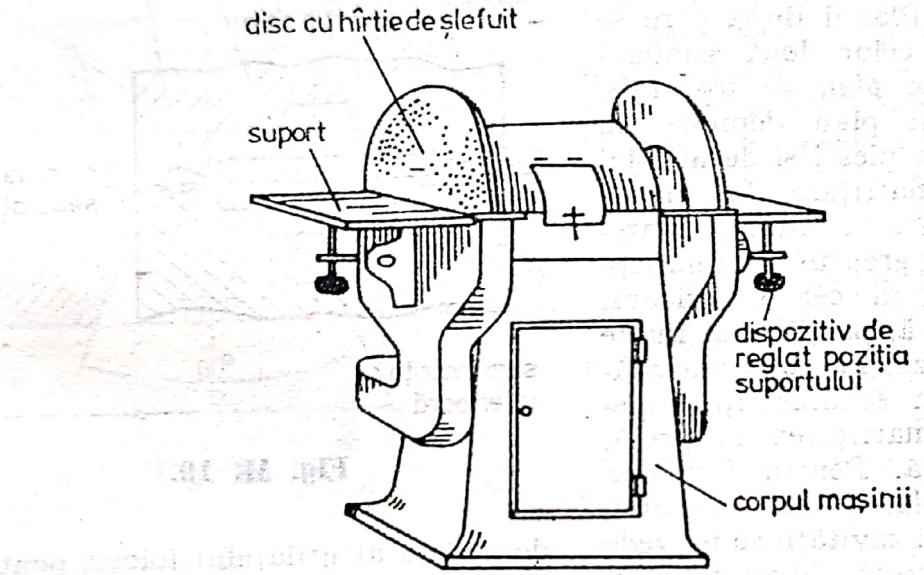



**Fig. M. 18.**

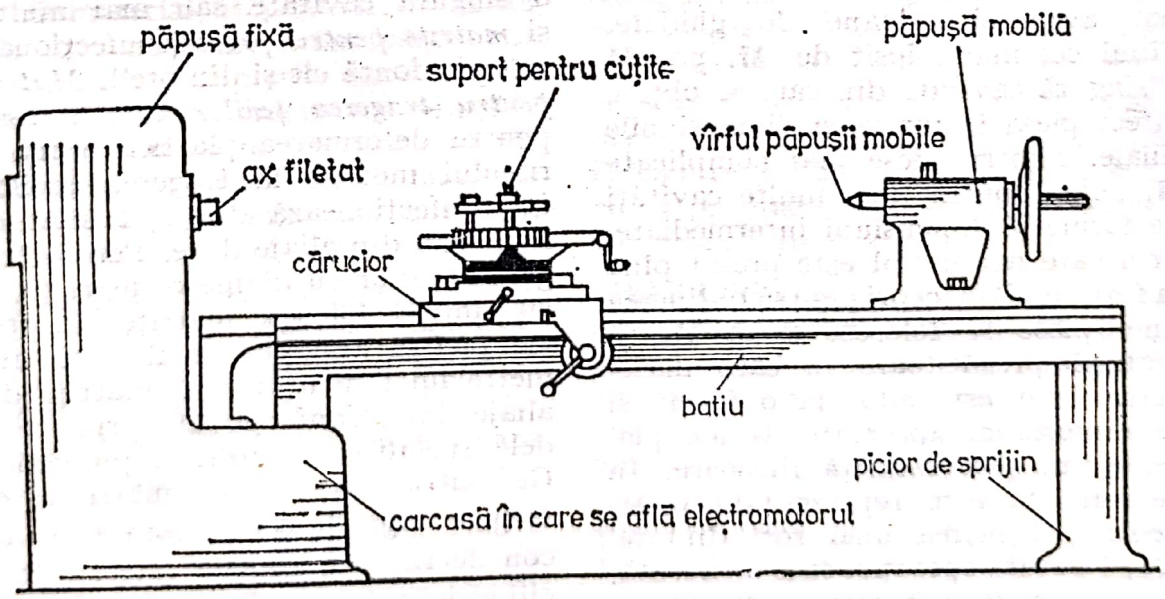
**MATERII PRIME,** materiale care se utilizează pentru realizarea unui produs și se regăsesc parțial sau total în produsul obținut. În metalurgia extractivă, **M. P.** sînt materialele utilizate pentru extragerea metalelor și aliajelor, acestea fiind, în marea majoritate, minereurile.

**MATERII VOLATILE,** produse gazoase care se degajă dintr-un combustibil solid la încălzirea acestuia la temperaturi de cca 900°C.

**MATRIȚĂ,** sculă în interiorul căreia materialele metalice sînt deformate plastic prin forjare rezultînd piese cu anumite forme și dimensiuni.




f




g

**Fig. M. 18.**

Conține o cavitate în care materialul este obligat să intre și cu ajutorul căreia se obține conturul exterior al piesei și se compune din două părți: semimatrița superioară și semimatrița inferioară. Pereții cavităților **M.** prezintă întotdeauna o anumită înclinație pentru ușurința extragerii piesei. Colțurile ascuțite se rotunjesc cu o rază care variază între 2 și 25 mm, în funcție de adîncimea tăieturii în **M.** Planul după care se face închiderea celor două semimatrițe se numește *plan de separație*. Alegerea acestui plan depinde, în special, de forma piesei și de utilajul folosit pentru matrițare. La matrițarea pieselor cu ciocanul, materialul curge mai greu în semimatrița inferioară decît în cea superioară. Din această cauză, părțile mai înalte ale piesei se așază, în cazul matrițării la ciocan, în semimatrița superioară, iar la matrițarea la presă, în cea inferioară. Pentru formarea bavurilor, în planul de separație, de jur împrejurul cavității se prevede un canal de bavură. Fixarea semimatriței de masa presei sau de berbec se face cu un dispozitiv în formă de coadă de rîndunică. Uneori **M.** mai pot avea și coloane de ghidare. Tipul cel mai folosit de **M.** posedă o singură cavitate din care se obține direct piesa la forma și dimensiunile finale. Pentru piese mai complicate **M.** poate conține mai multe cavități de forme și dimensiuni intermediare, prin care materialul este presat pînă la faza finală. Uneori pentru obținerea unei piese se folosesc două **M.**: o matriță pregătitoare în care materialul brut este adus la o formă și la dimensiuni apropiate de ale piesei finite și o matriță finisoare. În fig. M. 19 este reprezentată o **M.** pentru obținerea unei roți dințate. După natura operației care o execută, pot fi: *matrițe propriu-zise*, *matrițe pentru debavurare* și *matrițe pentru calibrare*. Matrițele pentru debavurare care au rolul de a tăia bavura se execută numai atunci cînd matrițarea are loc la prese. Elementele principale ale unei matrițe de debavurare sînt placa tăietoare și poansonul în care se așază piesa. Din punct

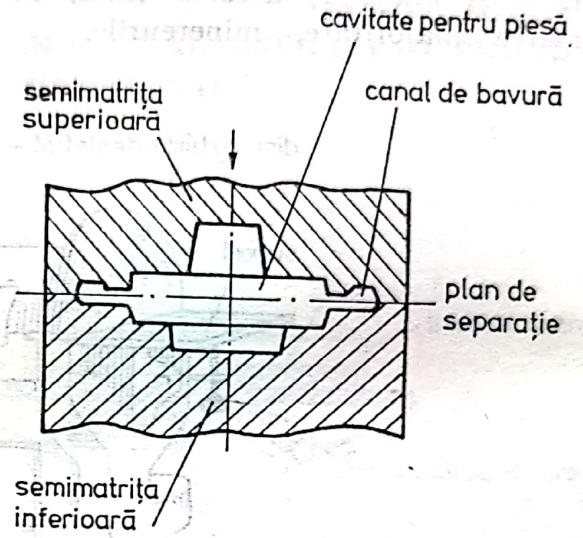



**Fig. M. 19.**

de vedere al utilajului folosit pentru deformare se disting: *matrițe pentru ciocane* (de construcție masivă executate din oțel de scule aliate și cu o singură cavitate sau mai multe) și *matrițe pentru prese* (confecționate atît din fontă cît și din oțel). *Matrița pentru tragerea țevilor* este folosită pentru deformarea plastică a materialului metalic la tragerea țevilor. Se confecționează din oțel aliat de scule sau din aliaje dure. Pentru tragerea țevilor cu diametre mari (30—40 mm) se folosesc matrițe din oțel, iar pentru tragerea țevilor cu diametre mici se utilizează matrițe din aliaje dure, confecționate prin metodele specifice metalurgiei pulberilor. Geometria orificiului matriței de tragere (fig. M. 20) se compune din: con de intrare, con de tragere, zonă cilindrică și con de ieșire.

**MĂCINARE,** operație secundară de sfărîmare a materialului solid care

urmărește obținerea de particule foarte fine de obicei cu dimensiuni sub 1 mm. Se aplică, în special, minereurilor la care utilul este intim amestecat cu sterilul și trebuie supuse operațiilor de sortare. Se realizează prin lovirea particulelor de material cu corpuri dure (bile, bare sau greutăți cu tije) în mori și șteampuri. În funcție de tipul mașinii de măcinare, natura și dimensiunile particulelor de material, **M.** poate fi: brută sau fină. Prin *măcinare brută* particulele de dimensiuni cuprinse între 5 și 1 mm sînt aduse la dimensiuni de 0,5—0,1 mm, iar prin măcinare fină, particulele de dimensiuni cuprinse între 1,2 și 0,15 mm sînt aduse la dimensiuni de 0,08—0,01 mm.

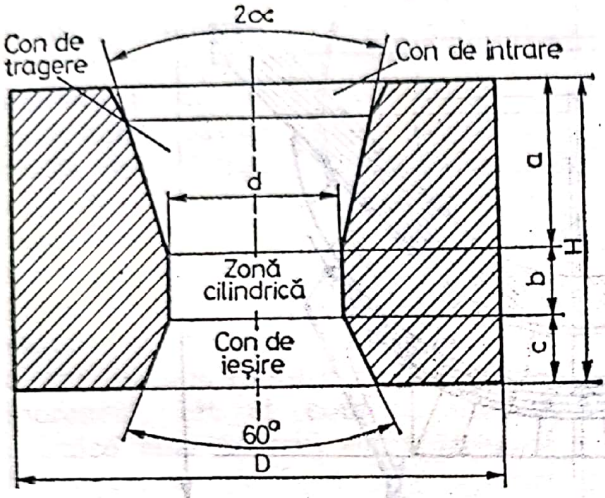



**Fig. M. 20.**

**MELACONIT,** CuO, mineral de cupru. Cristalizează în sistemul monoclinic și are densitatea de 6 kg/dm³. Prezintă culoarea neagră sau grineagră și are duritatea 3—4 (scara Mohs). Conține 79,9 Cu și 20,10% $O_2$. În țara noastră se găsește în cantități mici alături de alte minerale ale cuprului. Rezerve importante de **M.** se găsesc în: Zair, S.U.A., Chile, U.R.S.S. Este utilizat ca minereu de cupru.

**MELANJOR,** recipient pentru menținerea fontei în stare lichidă înainte de introducerea ei în cuptoarele de elaborarea oțelului (fig. M. 21). Are rolul de a sincroniza mersul furnalelor cu al oțelăriei și de a corecta și omogeniza compoziția chimică și temperatura fontei. Poate avea capacități cuprinse între 200 și 2 500 t și este dotat cu dispozitive de basculare hidraulice sau electromecanice. Se căptușește cu cărămizi de șamotă sau de magnezită și pentru a micșora pierderile de căldură în exterior este prevăzut, în părțile laterale sau în boltă, cu arzătoare cu gaze sau cu păcură. În timpul menținerii în **M.** are loc un proces de desulfurare a fontei, în proporție de pînă la 50—60% din sulful inițial, prin trecerea parțială a sulfurilor de fier și mangan (FeS, MnS) în zgură. **M.** se amplasează în hala cuptoarelor de elaborare a oțelului sau într-o clădire separată.

**MELASĂ,** reziduu siropos rezultat la fabricarea zahărului. Conține 50% zahăr, 20% apă, 20% substanțe organice și 10% substanțe minerale. Se folosește ca liant în turnătorii (la amestecurile de miez, deoarece asigură bună compresibilitate a miezului), trebuind să îndeplinească condițiile: min 50% substanțe uscate, max. 50% apă, max. 10% cenușă și densitatea (la 20°C) min. 1,3 kg/dm³, rezistența specifică pe probe tehnologice de amestec min. 2 daN/cm².

**MELCHIOR,** aliaje Cu-Ni, cu mici adaosuri de fier și mangan (18—33% Ni, 0,3—1,5% impurități, 0,6—1% Fe, 0,8—1,3% Mn, rest % Cu). Prezintă înaltă rezistență la coroziune în apă dulce și de mare, în gaze uscate, în soluții bazice și ale compușilor organici în condiții obișnuite. În tabelul 14 sînt prezentate caracteristicile mecanice ale **M.** Se utilizează pentru fabricarea monedelor, pieselor de mecanică fină, aparaturii medicale, veselei ș.a.

Scanned with OKEN Scanner

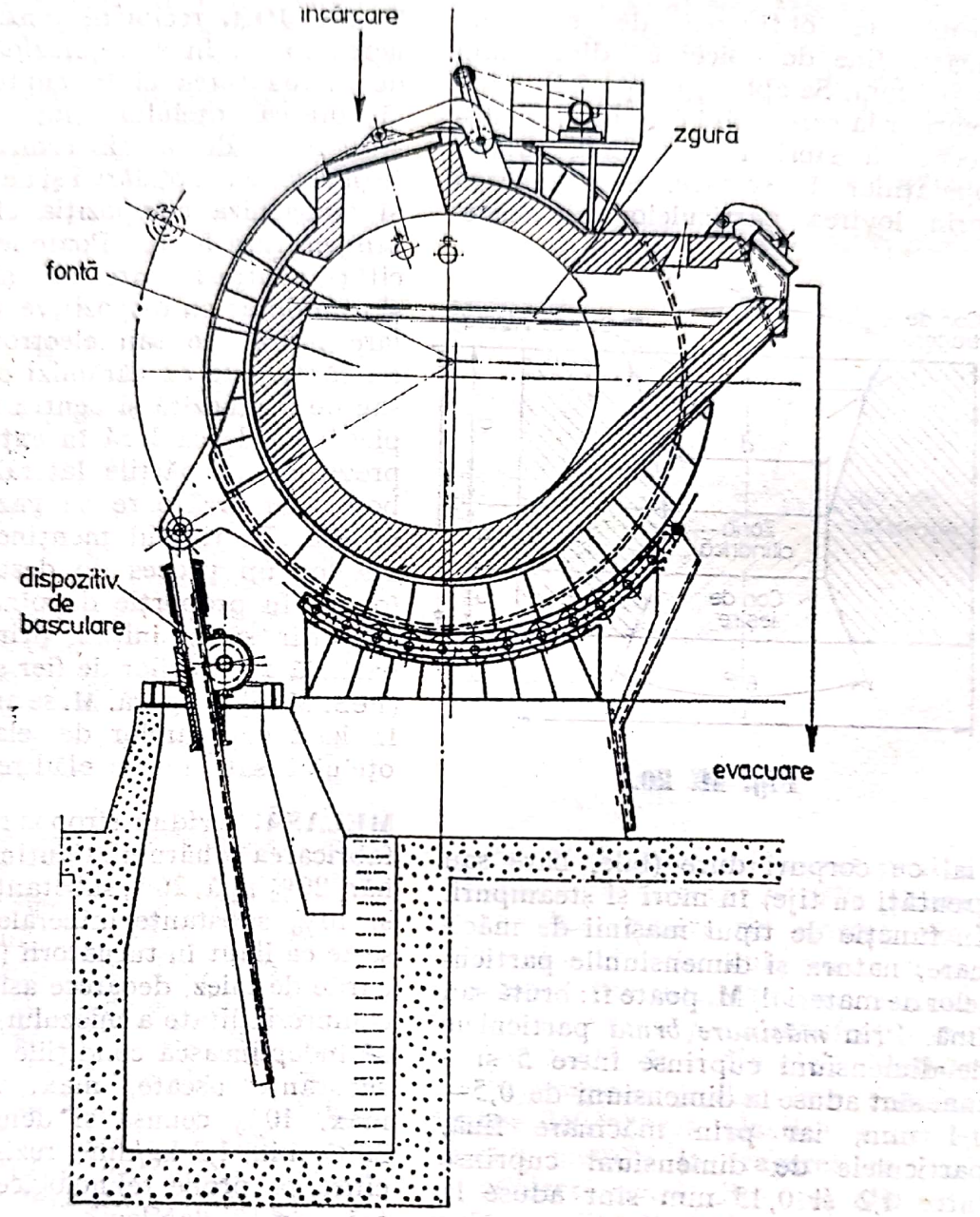



**Fig. M. 21.**

*Tabelul 14*

| | Starea | $\sigma_r$, daN/mm² | $\sigma$, % |
|---|---|---|---|
| Benzi | tare | 40 | 3 |
| | moale | 30 | 30 |
| Platbande | moale | 30 | 25 |
| | tare | 40 | 2,5 |

**MERCUR,** Hg, element metalic din grupa a II-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 80, masa atomică 200,59, valența I, II. Cunoscut încă din antichitate, se găsește în natură, rar, în stare nativă, dar mai ales sub formă de combinații (cinabru). **M.** este un metal alb-argintiu, lucios și lichid la temperatură obișnuită. În stare solidă cristalizează în sistemul romboedric,

Scanned with OKEN Scanner

fără a prezenta alte forme alotropice. Are conductibilitate termică și electrică scăzute, densitatea 13,6 kg/dm³, p.t. —38,87°C, p.f. 356,95°C, căldura masică (la 20°C) 135 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0,104 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,941 $\Omega \cdot mm^2/m$. Cu oxigenul din aer se combină numai la cald. Nu este atacat de acidul clorhidric, însă se dizolvă în acidul sulfuric concentrat și în acidul azotic (diluat sau concentrat). Se utilizează la fabricarea unor aparate de măsurat (termometre, manometre etc.), la confecționarea lămpilor electrice cu vapori de mercur, în unele celule de electroliză drept catod și pentru obținerea unor aliaje speciale numite *amalgame*. Atît mercurul, cît și combinațiile sale chimice sînt extrem de toxice. Sin. *hidrargir*.

**MERS CALD,** deranjament care apare în funcționarea furnalului, în cazul cînd cantitatea de căldură primită de furnal depășește consumul de căldură necesar pentru elaborarea fontei. Se caracterizează prin luminozitate puternică la gurile de vînt, prin obținerea unei zgure superioare caldă și deschisă la culoare și prin obținerea unei fonte cu conținut ridicat de siliciu și mangan. Cauzele acestui deranjament pot fi: încărcătura insuficientă de minereu în raport cu cocsul, îmbunătățirea cocsului, îmbunătățirea reductibilității și compoziției granulometrice a minereului de fier din încărcătură etc.

**MERS GREU,** deranjament în funcționarea furnalului, constînd într-o încetinire a coborîrii coloanei de materiale, care se realizează neuniform, cu opriri și căderi a încărcăturii pe secțiunea furnalului. Înlăturarea **M. G.** se face prin schimbarea schemei de încărcare (astfel încît pe părțile unde coboară încărcătura mai încet să se încarce mai mult cocs) și prin micșorarea debitului de aer suflat (cu 10—15%) și a temperaturii (cu cca 100°C) ceea ce duce la mărirea zonei de ardere și la micșorarea cantității de gaze și deci la accelerarea coborîrii coloanei de materiale.

**MERS RECE,** deranjament care poate surveni în funcționarea furnalului, datorită mai multor cauze, printre care: repartizarea neuniformă a încărcăturii la gura furnalului, greșeli în dozarea componenților încărcăturii, coborîrea prea rapidă a coloanei de materiale fără a mai avea timp să fie pregătite condițiile pentru reducerea indirectă a oxizilor de fier, modificări în compoziția chimică și starea fizică a minereului și cocsului, defectarea prin ardere a elementelor de răcire și pătrunderea apei în furnal. Reprezintă unul din deranjamentele cele mai grave în funcționarea furnalului. Acesta poate duce la dereglarea completă a mersului furnalului cu agățări prelungite ale încărcăturii, inundarea cu zgură a gurilor de vînt și deteriorarea orificiului de evacuare a zgurei. La sesizarea primelor semne de răcire a furnalului se iau imediat măsuri pentru încălzirea lui, prin mărirea cotei de cocs din încărcătură, scăderea debitului și creșterea temperaturii aerului suflat. Cînd răcirea nu a fost observată la timp și a ajuns la forme grave (blocarea creuzetului), trebuie mai întîi deblocat creuzetul și asigurată funcționarea normală a orificiilor de zgură și de fontă.

**MERS UNIFORM,** funcționare a furnalului, caracterizată prin regim termic constant și prin coborîrea uniformă a coloanei de materiale. Această funcționare este condiția esențială pentru obținerea unor indici tehnico-economici optimi de elaborare a fontei. Pentru aprecierea mersului furnalului se folosesc următorii parametri: compoziția și aspectul fontei și a zgurei, aspectul gurilor de vînt,

Scanned with OKEN Scanner

debitul și presiunea aerului suflat, temperatura, presiunea, compoziția și repartiția gazului la gura furnalului, viteza și modul de coborîre a încărcăturii, temperaturile zidăriei.

**METAL**, element chimic caracterizat printr-o serie de proprietăți fizice, chimice, mecanice și tehnologice bine definite. La temperatură ordinară sînt solide cu excepția mercurului care este lichid și a galiului care se topește la 30°C. Principalele proprietăți fizice ale unui **M.** sînt: luciu metalic, opacitate, densitate, dilatare termică, conductibilități termică și electrică, magnetism și rețea cristalină. Luciu metalic prezintă metalele în stare compactă; magneziu și aluminiu îl păstrează și sub formă de pulbere. (Unele **M.** își mențin luciul și în stare lichidă.) Toate **M.** sînt bune conducătoare de căldură și electricitate, trecerea curentului electric avînd loc fără transport de materie. Ca proprietate specifică a **M.** poate fi considerată rezistivitatea electrică care crește cu ridicarea temperaturii. Cele mai importante proprietăți mecanice ale **M.** sînt: rezistența de rupere, elasticitatea, plasticitatea, tenacitatea, fragilitatea, fluajul, rezistența la oboseală, duritatea și rezistența de rupere la șoc (rezilienta). Dintre proprietățile tehnologice se menționează: maleabilitatea, ductilitatea, capacitatea de turnare, forjabilitatea și prelucrabilitatea. Proprietățile specifice ale **M.** se datorează unei legături de tip special ce se stabilește între atomii unui **M.** în rețeaua sa cristalină — legătura metalică. A fost explicată pe baza teoriei dezvoltată de Hendrik Antoon potrivit căreia fiecare atom metalic din rețea cedează electroni din pătura exterioară, transformîndu-se astfel în ioni pozitivi. Electronii cedați pot să se deplaseze liber între ioni, formînd gazul electronic, care într-o anumită măsură menține coeziunea ionilor pozitivi. Cea mai mică diferență de potențial în **M.** provoacă o mișcare a electronilor, dînd naștere curentului electric. Prezența electronilor liberi explică și alte proprietăți ale **M.**, ca de exemplu, emisia de raze catodice sau opacitatea. Lucrările efectuate de A. Sommerfeld, E. Fermi, L. Brillouin, P. Drude au permis reformularea teoriei metalelor; electronii exteriori ai atomilor unui **M.** sînt distribuiți în benzi de energie, fiecare bandă de energie fiind alcătuită din mai multe nivele de energie. Între nivelele de energie ale unei benzi există o diferență mică. În conformitate cu principiul lui W. Pauli, fiecare nivel poate conține numai doi electroni cu spin opus. Cînd temperatura unui **M.** crește, unii electroni se deplasează pe nivelele de energie superioare. Același lucru se petrece și în cazul aplicării unei diferențe de potențial. Insolubile în dizolvanți obișnuiți, **M.** se dizolvă numai în alte metale cu care formează soluții în stare lichidă sau solidă, caracteristice anumitor tipuri de aliaje. Unele **M.** se prezintă sub mai multe forme alotropice. Majoritatea **M.** cristalizează în rețele cu structuri compacte, cum este rețeaua cubică cu fețe centrate (Cu, Al, Ag, Au, Bi, Ni etc.) sau rețeaua hexagonală (Be, Mg, Zn, Cd, Ti). Densitatea **M.** variază în limite largi de la 0,53 (Li) la 22,48 (Os) kg/dm$^3$. După densitate se pot clasifica în *metale ușoare* și *metale grele*. Din punct de vedere chimic **M.** formează cu oxigenul oxizi care reacționează cu apa formînd baze. În seria tensiunilor electrochimice, **M.** ocupă poziții care le permit să substituie hidrogenul din acizi și alte **M.** din soluțiile sărurilor lor. Majoritatea **M.** se găsesc răspîndite în natură sub formă de minerale (oxizi, sulfuri, carbonați, silicați etc.).

**metal diamagnetic**, metal care plasat într-un cîmp magnetic neomogen

este acționat de o forță ce tinde să-l împingă (să fie respins) din regiunea cîmpului magnetic puternic. Fenomenul are loc datorită faptului că aceste metale capătă un moment magnetic opus cîmpului magnetic sub influența căruia se află. **m. d.** prezintă o susceptibilitate magnetică, $\varkappa_m$, negativă foarte mică, de ordinul $-10^{-5}$ Gs/Oe. Din grupa **m. d.** fac parte: bismutul, cuprul, galiul, cadmiul, argintul, zincul, aurul, plumbul ș.a.

**metal feromagnetic,** metal care prezintă o polaritate magnetică însemnată în cîmpuri slabe; în unele cazuri rămîne magnetizat și după înlăturarea cîmpului magnetic. **m. f.** dețin o permeabilitate magnetică foarte mare, dependentă de cîmpul magnetic aplicat. Puține la număr (fier, cobalt, nichel și gadoliniu) prezintă o susceptibilitate magnetică, $\varkappa_m$, pozitivă, valoarea ei variind între 10 și $10^5$ Gs/Oe.

**metal feros,** denumire atribuită metalelor din familia fierului (fier, cobalt și nichel) situate în grupa a VIII-a a sistemului periodic. Prezintă o serie de proprietăți fizico-chimice (greutatea volumetrică, rază atomică, punct de topire, punct de fierbere, valență etc.) asemănătoare. Atît în metale cît și în aliajele lor sînt hexavalente; această valență metalică determină formarea unor legături deosebit de puternice care conferă proprietăți (rezistență și duritate superioare) aliajelor respective. În mod obișnuit denumirea de **m. f.** este dată, în special, fierului și aliajelor sale, dar deoarece cromul și manganul se utilizează foarte des la elaborarea multor aliaje ale fierului, metalurgia lor fiind în strînsă legătură cu metalurgia fierului, termenul poate fi extins și asupra acestor două elemente metalice.

**metal greu,** metal care are densitatea mai mare de 5 kg/dm³. Uneori această limită inferioară este apreciată la 7 kg/dm³. Din grupa **m. g.** fac parte: fierul, cuprul, staniul, cromul, aurul, argintul, plumbul, osmiul, iridiul etc.

**metal greu fuzibil,** metal care are temperatura de topire ridicată sau foarte ridicată (temperatura de topire la 1 000°C este apreciată ca limită inferioară pentru metalele greu fuzibile). Din această categorie fac parte: cuprul, manganul, nichelul, fierul, cromul, vanadiul, zirconiul, molibdenul ș.a. Temperatura de topire ridicată își găsește explicația în distanțele mici dintre atomii rețelei cristaline a metalului respectiv. Cu cît această distanță dintre atomi este mai mică cu atît temperatura de topire este mai ridicată.

**metal greu volatil,** metal care are temperatura de fierbere mai mare de 2 000°C. Din categoria **m. g. v.** fac parte: galiul, nichelul, staniul, argintul, fierul, platina, molibdenul, wolframul ș.a.

**metal neferos,** denumire dată oricărui metal care nu face parte din categoria metalelor feroase. În număr destul de mare, **m. n.** prezintă proprietăți foarte variate. Datorită culorilor lor caracteristice mai sînt denumite și metale colorate.

**metal paramagnetic,** metal care amplasat într-un cîmp magnetic de intensitate obișnuită este acționat (atras) în direcția cîmpului magnetic. Această comportare se datorează faptului că **m. p.** prezintă un moment magnetic în direcția cîmpului magnetic sub influența căruia se află. Susceptibilitatea magnetică, $\varkappa_m$, a **m. p.** este pozitivă, valoarea ei fiind cuprinsă între $10^{-2}$ și $10^{-5}$ Gs/Oe. Din grupa **m. p.** fac parte: staniul, aluminiul, magneziul, calciul, bariul, osmiul, wolframul, platina, molibdenul ș.a.

**metal prețios,** metal care nu se oxidează în aer (posedă potențiale de



Scanned with OKEN Scanner

oxidare negative) și prezintă o rezistență foarte mare față de acizi (rutenium, osmiul și iridiul nu se dizolvă în nici un acid, nici chiar în apă regală). Din categoria **m. p.** fac parte: aurul, argintul, ruteniul, osmiul, rodiul, paladiul, iridiul, platina. Mai poartă denumirea de *metale nobile*.

**metal pur,** metal alcătuit dintr-un singur fel de atomi, avînd temperaturile de topire sau de solidificare constante. În practică însă un metal mai conține în proporții reduse și atomi din alte elemente sau substanțe. Gradul mediu de puritate este de cca 99,99%, în cazul unor elemente ca aluminiul și zincul, putîndu-se ajunge pînă la 99,9999%. După turnare și recoacere **m. p.** se prezintă la microscop sub forma unor grăunți poligonali care constituie masa metalului și care se pot pune în evidență prin atac cu reactivi metalografici. În urma unei prelucrări prin deformare plastică și a unui tratament termic de recoacere unele **m. p.** prezintă în structură cristale maclate. La microscop maclele apar sub formă de benzi colorate față de restul aliajului. **m. p.** prezintă rezistență de rupere și duritate mici și plasticitate mare, proprietăți influențate de numeroși factori ca: conținutul în impurități, temperatură, mărimea grăuntelui, gradul de deformare etc. De multe ori cantități mici de ordinul a cîtorva sutimi sau miimi de procente de impurități influențează nu numai proprietățile mecanice dar și comportarea metalului la prelucrarea ulterioară. Din acest punct de vedere impuritățile se clasifică în trei categorii. Din prima categorie fac parte impuritățile care se dizolvă în metalul respectiv formînd soluții solide. Impuritățile care nu sînt dizolvate fac parte din categoria a doua iar în cea de-a treia categorie intră impuritățile care reacționează cu metalul rezultînd compuși chimici fragili. Ultimele două grupe de impurități formează peliculele care se amplasează la limitele dintre grăunții poligonali. În anumite cazuri aceste pelicule se globulizează apărînd la microscop sub formă de particule globulare sau poliedrice în masa metalică de bază. Impuritățile solubile nu diminuează capacitatea metalului la deformare plastică. Impuritățile care dau naștere la pelicule ușor fuzibile micșorează rapid proprietățile metalelor la temperaturi ridicate. În astfel de cazuri metalul poate deveni fragil la temperatură ridicată (fragilitate la cald). În ceea ce privește dimensiunea grăuntelui pe măsură ce aceasta se micșorează, duritatea, rezistența la rupere și limita de curgere se măresc. Temperatura are o influență deosebită asupra proprietăților mecanice ale unui metal pur. Pe măsură ce temperatura scade, rezistența de rupere la tracțiune și limita de curgere prezintă valori din ce în ce mai mari. Rezilința și plasticitatea sînt de asemenea destul de puternic influențate de temperatură.

**metal radioactiv,** element metalic care prezintă atît el cît și compușii săi proprietăți radioactive (emit în mod spontan radiații invizibile cu putere mare de pătrundere, care străbat materialele opace și care impresionează placa fotografică). Aceste elemente pot emite trei tipuri de radiații $\alpha$, $\beta$ și $\gamma$. **m. r.** cunoscute pînă în prezent sînt: franciul (Fr), radiul (Ra), actiniul (Ac), curiul (Cm), toriul (Th), uraniul (U), protactiniul (Pa), poloniul (Po), tehnețiul (Tc), neptuniul (Np), plutoniul (Pu), americiul (Am), berkeliul (Bk), californiul (Cf), einsteiniul (Es), fermiul (Fm), mendeleeviul (Md), nobeliul (No), lawrenciul (Lr), kurceatoviul (Ku) și hahniul (Ha).

**metal ușor,** metal care are densitatea mai mică de 5 kg/dm$^3$. Din cate-

Scanned with OKEN Scanner

goria **m. u.** fac parte: litiul, potasiul, sodiul, rubidiul, cesiul, magneziul, beriliul, stronțiul, aluminiul, bariul și titanul.

**metal ușor fuzibil,** metal care are temperatura de topire scăzută, de obicei sub 500°C. Din categoria **m. u. f.** fac parte: galiul, mercurul, potasiul, staniul și plumbul. Deoarece realizarea unei temperaturi pînă la 1 000°C, cu mijloacele tehnice actuale se poate obține în mod curent, această temperatură ar putea constitui limita maximă pentru această grupă de metale; astfel se pot considera **m. u. f.:** aluminiul, calciul și bariul.

**metal volatil,** metal care are temperatura de fierbere mai mică de 2 000°C. Din categoria **m. v.** fac parte: litiul, potasiul, zincul, calciul, plumbul ș.a.

**METALE ALCALINE,** denumire folosită pentru metalele din grupa I principală a sistemului periodic (litiul, sodiul, potasiul, rubidiul, cesiul și franciul) datorită caracterului bazic (alcalin) al hidroxizilor acestor elemente. **M. A.** au un singur electron în stratul exterior care poate fi eliminat extrem de ușor, devenind astfel ioni pozitivi cu configurație de gaz inert. Caracterul electropozitiv al acestora crește de la litiu pînă la cesiu și în consecință posedă o mare activitate chimică care se mărește în aceeași direcție. Proprietățile fizice și chimice ale **M. A.** variază aproape constant de la un metal la altul în funcție de numărul atomic. Sînt moi (se pot tăia cu cuțitul) și prezintă luciu alb-argintiu în tăietură proaspătă. Densitatea, duritatea și temperatura de topire prezintă valori foarte scăzute. Posedă în schimb o foarte bună conductibilitate electrică și termică. Reacționează energic cu halogenii, se combină ușor cu oxigenul și cu apa pe care o descompune (se păstrează în vase complet închise, sau sub un strat de petrol). Sînt metale cu proprietăți reducătoare. Din cauza marii lor activități, **M. A.** nu se găsesc în stare liberă în natură. Se găsesc însă larg răspîndite în special sodiul și potasiul, în sol, în apa mărilor și oceanelor, în plante și animale. Se utilizează în laborator și în industria chimică pentru fabricarea clorului, a sodei caustice și a îngrășămintelor minerale.

**METALE ALCALINO-PĂMÎNTOASE,** denumire folosită pentru elementele grupei a II-a principală a sistemului periodic (beriliul, magneziul, calciul, bariul și radiul). Oxizii și hidroxizii reprezentanților acestei grupe au o comportare intermediară între cei ai metalelor alcaline și ai aluminiului, reprezentantul metalelor pămîntoase. Astfel, beriliul și magneziul își păstrează luciul metalic în aer deoarece suprafața lor se acoperă cu un strat protector de oxid subțire întocmai ca și aluminiul. Celelalte metale în contact cu aerul își pierd rapid luciul metalic prin oxidare, ca și metalele alcaline. Au densități și temperaturi de topire mai mari decît ale metalelor alcaline. Duritatea acestor metale scade începînd cu beriliul. Exceptînd beriliul, restul metalelor prezintă o duritate destul de mică. Configurația atomilor se caracterizează prin existența a doi electroni exteriori care pot fi ușor cedați, formînd ioni bivalenți. Sînt foarte active din punct de vedere chimic, activitate care crește de la beriliu la radiu. Reactivitatea față de oxigen și apă este foarte mică la beriliu, crescînd progresiv pînă la radiu. Cu halogenii și sulful, **M. A.-P.** reacționează energic la cald, cu formare de săruri. În natură se găsesc destul de răspîndite, mai ales în scoarța pămîntului, în afară de beriliu și radiu care se întîlnesc destul de rar. Cu excepția magneziului, au utilizări destul de restrînse în industrie.

Scanned with OKEN Scanner

**METALE RARE,** denumire folosită pentru un grup de 41 de metale neferoase care sînt puțin răspîndite în scoarța pămîntului, au un grad mare de dispersie formînd incluziuni izomorfe în interiorul altor minerale sau prezintă unele proprietăți deosebite. Noțiunea de **M. R.** este destul de relativă. În majoritate, **M. R.** au o răspîndire mică în natură totuși unele dintre ele (titan, zirconiu, vanadiu) sînt mai răspîndite decît plumbul, staniul, argintul sau mercurul, care nu fac parte din această grupă. **M. R.** au început să fie folosite mai tîrziu în tehnică decît celelalte metale. Dintre **M. R.** cu utilizare mai mare în industrie fac parte: galiul, indiul, molibdenul, seleniul, tantalul, uraniul, vanadiul, wolframul și zirconiul.

**METALIZARE,** operație prin care se realizează depunerea unui strat metalic pe suprafața unui corp solid (piesă, instrument, sculă etc.) metalic sau nemetalic. Prin depunerea stratului metalic pe suprafața corpurilor feroase se urmărește, de obicei, realizarea unei protecții anticorosive. **M.** se execută prin pulverizarea metalului topit, pe cale electrochimică sau prin alte metode, degresînd și decapînd în prealabil obiectul sau piesa ce urmează a fi metalizate.

**METALOGRAFIE,** parte componentă a metalurgiei fizice care se ocupă cu cercetarea compoziției, structurii și a influenței acestora asupra proprietăților metalelor și aliajelor lor. Analiza structurii materialelor metalice se poate realiza cu ochiul liber sau prin măriri mici (pînă la 50:1) cu lupa, și prin măriri mari (peste 50: 1). Structura cristalină vizibilă cu ochiul liber sau la măriri sub 50 de ori se numește *macrostructură*, iar cea vizibilă la măriri mai mari (peste 50: 1) se numește *microstructură*. Analiza macrostructurii se poate face pe suprafețe de formare (solidificare, condensare etc.), pe suprafețe de rupere sau pe secțiuni special pregătite. Examinarea suprafeței de formare dă indicații privind modul de creștere a cristalelor. Analiza suprafeței de rupere (fig. M. 22, a) dă indicații privind mărimea grăunților, felul materialului (ductil sau fragil), cauza ruperii (de ex.: la oboseală), condițiile ruperii (la cald — rupere intercristalină — sau la rece — rupere intracristalină —). Analiza pe secțiuni tăiate din semifabricate mari (lingou, semifabricate, piese ș.a.), special pregătite (lustruite și apoi atacate cu reactivi speciali) permite să se pună în evidență: forma și distribuția cristalelor, fibrajul în piesele forjate sau matrițate, (fig. M. 22, b) defectele care privesc compactitatea (retasuri, sufluri, crăpături etc.), neomogenitatea chimică a aliajului. Analiza microstructurii se realizează pe probe prelevate din materialul de cercetat, special pregătite (probe metalografice cu suprafață bine lustruită, atacată cu reactivi speciali) ce permit să se pună în evidență forma și mărimea cristalelor, poziția fazelor care compun aliajul, aspecte ale structurii după diferite prelucrări și defecte mici (incluziuni nemetalice, fisuri ș.a.). Microstructura se analizează cu microscoape optice, electronice sau cu raze X.

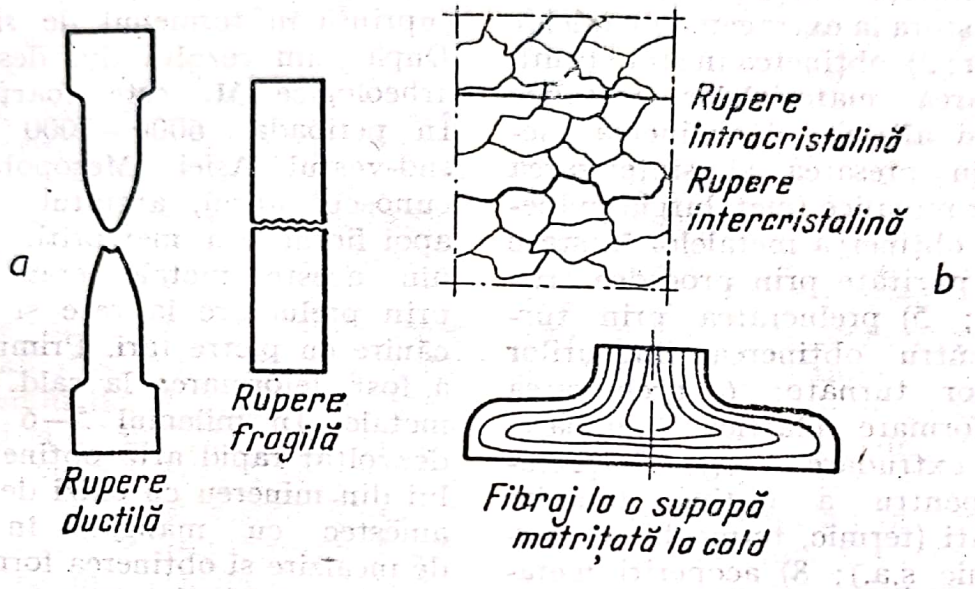
**METALOTERMIE,** metodă de producere a unor metale sau aliaje bazată pe faptul că unele metale pot fi obținute din oxizii lor prin reducere cu alte metale, cu condiția ca oxizii primelor metale să fie mai puțin stabili decît oxizii celorlalte metale, conform reacției:

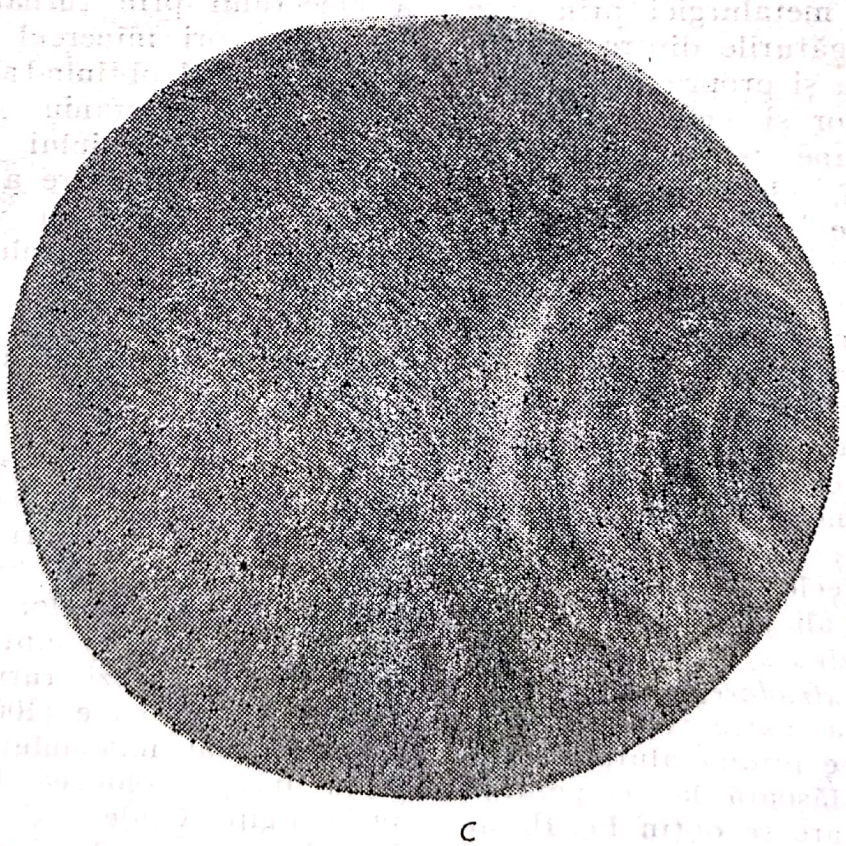
$$Me_{I}O + Me_{II} = Me_{I} + Me_{II}O.$$

În practică, se folosesc ca reducători aluminiul *(aluminotermie)* și siliciul *(silicotermie)*, sau aceste elemente luate împreună **(M.).** Avantajele acestei metode constau în

obținerea unui conținut foarte mic de carbon în aliajele produse (în unele cazuri se obțin aliaje fără carbon) și posibilitatea de a topi metale și aliaje greu fuzibile (wolfram, molibden etc.). Importanță industrială are aluminotermia cromului metalic, a ferocromului, ferotitanului, ferovanadiului și feroniobiului, precum și silicotermia sau aluminosilicotermia feromolibdenului și ferowolframului.

**METALURGIE,** domeniu al științei și tehnicii și ramură a producției



c

**Fig. M. 22.**

materiale (a industriei), care studiază procesele de obținere a metalelor și aliajelor din minereuri sau alte materiale, și, de asemenea, procesele care au loc la schimbarea formei, compoziției chimice, structurii și ca urmare a proprietăților materialelor metalice. **M.** cuprinde: 1) pregătirea minereurilor în vederea utilizării acestora la extragerea metalelor și aliajelor; 2) obținerea în stare brută și rafinarea materialelor metalice (metale și aliaje); 3) obținerea pieselor prin presarea și sinterizarea pulberilor metalice (metalurgia pulberilor); 4) obținerea metalelor în stare de mare puritate prin procedee cristalofizice; 5) prelucrarea prin turnare (pentru obținerea lingourilor și pieselor turnate; 6) prelucrarea prin deformare plastică (laminare, forjare, extrudare etc.); 7) prelucrarea pentru a obține anumite proprietăți (termic, termochimic, termomecanic ș.a.); 8) acoperiri metalice. Ramura metalurgiei prin care se studiază legăturile dintre compoziția, structura și proprietățile metalelor și aliajelor și legile modificării lor sub acțiune termică, chimică, sau mecanică, electromagnetică și radioactivă se numește *metalurgie fizică*. În etapa actuală **M.** se ocupă de procesele de obținere a tuturor elementelor metalice din sistemul periodic al elementelor. După scopul urmărit se clasifică în *metalurgie extractivă* (care studiază prepararea minereurilor, extragerea din acestea și rafinarea metalelor sau aliajelor) și *metalurgie prelucrătoare* (care studiază procedeele de prelucrare a metalelor și aliajelor prin → *turnare*, → *laminare*, → *forjare*, → *matrițare*, → *extrudare*, → *trefilare*.

În metalurgia extractivă se utilizează procedee pirometalurgice (procesele se desfășoară la temperaturi înalte) prin care se obțin Fe, Bi, hidrometalurgice (la temperaturi joase) prin care se obțin Ga, Ge, In, As, Tl și alte elemente chimice sau asociate, respectiv, piro- și hidrometalurgice (Cr, Mn, Pb, Co, Cu, Zn, Ru, Pd, Ag, Cd), hidrometalurgice și chimice (Li, Be, U, Mg, Al, Ti, Zr, Nb, Mo, La, Hf, Ta, W, Re) și prin toate cele trei procedee (Sm, Ni, V). Metalurgia extractivă și prelucrătoare a aliajelor fierului (fontă, oțel și feroaliaje) este cuprinsă în termenul de *siderurgie*. După cum rezultă din descoperirile arheologice **M.** este foarte veche. În perioada 6000—7000 î.e.n. în sud-vestul Asiei (Mesopotamia) s-a cunoscut aurul, argintul, cuprul și apoi fierul din meteoriți. Obiectele din aceste metale erau obținute prin prelucrare la rece și prin ciocănire cu pietre tari. Primul progres a fost deformarea la cald a acestor metale. În mileniul 5—6 î.e.n. s-a dezvoltat rapid arta obținerii cuprului din minereu cu oxizi de cupru în amestec cu mangal, în condiții de încălzire și obținerea formei dorite a obiectului prin turnare.

De multe ori minereul conținea și staniu, în final, obținînd aliaj Cu—Sn, adică bronz cu staniu. Aproximativ la mijlocul mileniului 2 î.e.n., a început larga utilizare a pieselor de bronz, care depășeau valoarea de întrebuințare a cuprului. Bronzul era mai dur, elastic, rezistent la coroziune, cu temperatură mai joasă de topire și proprietăți mai bune de turnare. Din epoca bronzului s-a păstrat un candelabru sumerian (3500 î.e.n.), piese turnate din bronz în forme obținute cu modele de ceară (2000 î.e.n.), în miezuri (Egipt) ș.a. traverse turnate din bronz pentru poarta orașului Babilon (850 î.e.n.), roți pentru care de luptă la romani (600 î.e.n.), grinzi turnate pentru construcția de nave (100 î.e.n.) ș.a. La începutul mileniului al doilea î.e.n. începe folosirea foalelor din piele (Egipt, Caldeea, Caucaz) pentru introducerea aerului sub presiune pentru accelerarea proceselor de ex-

Scanned with OKEN Scanner

tracție a metalelor. La mijlocul mileniului al 2-lea se obține fier din minereu. Din contactul oxizilor de fier din minereu cu carbonul din lemn rezulta, prin reacția de reducere, fier cu conținut foarte mic de carbon (oțel) și gaze, iar ceilalți oxizi transformîndu-se în zgură. Începe în acest sens o activitate conștientă. Interesul pentru acest nou material cu proprietăți foarte utile crește mult, dar metodele primitive de extragere permiteau să se obțină doar cantități foarte mici, pentru care se lucra timp îndelungat. Se săpau gropi în pămînt, care se căptușeau cu argilă, se uscau și se umpleau cu minereu de fier și mangal. Temperaturile de 1 000—1 200°C care se realizau deși nu permiteau obținerea oțelului lichid ($t_{topFe} = 1\,535$°C) ci numai a „bureților", dă posibilitate ca să se topească roca sterilă transformîndu-se în zgură. Metalurgia fierului s-a dezvoltat foarte încet, cu toate că minereurile de fier erau mult mai răspîndite decît cele de cupru. Cauza a fost interesul inițial mai scăzut pentru fier datorită faptului că era moale, nepotrivit pentru arme și unelte. Prima perfecționare a fost folosirea tirajului natural pentru introducerea forțată a aerului prin amplasarea acestor gropi pe pante abrupte. În acest fel a devenit posibilă creșterea temperaturii, a conținutului de carbon și separarea mai ușoară de zgură a oțelului. Toate acestea se realizau în mileniul 1 î.e.n., cunoscut ca epocă a fierului. Din anul 300 e.n. se păstrează coloana de fier din Delhi de 6 t, diametru de 0,40 m și înălțime de 8 m. La începutul erei noastre metalurgia fierului era aproape peste tot răspîndită în Europa și Asia. Înălțimea cuptoarelor a crescut de-a lungul timpului continuu pentru a asigura presiune mai mare a aerului ce intra în cuptor, ajungînd în sec. 18 la 8—10 m înălțime și producții de 2 500—4 500 kg fontă/zi. Perfecționarea foalelor pentru întreținerea focului, acționate manual, apoi cu ajutorul animalelor și peste alte sute de ani cu roți acționate de apă a permis creșterea temperaturii procesului și obținerea așa-numitelor „lupe", care nu mai sînt poroase, ci devin mai compacte. Se elimina zgura lichidă și în cuptor rămîneau „lupele" ce se scoteau și se utilizau după răcire. Folosirea foalelor a permis creșterea temperaturii în cuptor, astfel că la peste 1300°C, baia metalică face posibilă dizolvarea unei cantități mai mari de carbon transformîndu-se în fontă (aliaj Fe—C cu peste 2%C). Fonta în acea perioadă reprezenta un rebut (nu putea fi prelucrată prin deformare plastică). Odată cu evacuarea zgurei ieșea și fonta lichidă, astfel că în cuptor, spre disperarea meșterilor fierari, nu mai rămînea nimic. Ulterior, oamenii au învățat să folosească fonta, mai întîi prin turnare (sec. 15, puști, pirostrii, tuburi, plite etc.). Introducînd în fonta lichidă minereu de fier s-a constatat că aceasta devenea tot mai vîscoasă și în final se închega, obținîndu-se oțel, chiar dacă focul se menținea intens. Cuptoarele în care se realiza această operație, s-au numit de pudlare (Henry Cort, 1784). În acest fel s-a descoperit schema de obținere în două etape a oțelului, utilizată și în prezent: mai întîi fontă și apoi oțel. Cuptoarele în care se obținea fonta au fost mărite din ce în ce mai mult și transformate în furnale, care în prezent au ajuns la un volum util de 5 000 m³. Cuptoarele de obținere a oțelului din fontă au evoluat și ele. La început, alături de cuptoarele de pudlare se foloseau creuzete din material refractar (englezul Benjamin Huntsmann, 1740) în care se încărca fontă, minereu de fier și mangal. Prin încălzire puternică încărcătura se topea obținîndu-se oțel lichid (nu mai mult de 50 kg).

Scanned with OKEN Scanner

Producția de oțel marchează o creștere prin introducerea în încărcătura furnalelor (Abraham Darby jr. 1735) a cocsului (descoperit de metalurgul englez Abraham Darby în 1708) în locul mangalului. Un moment important al istoriei producției de oțel l-a reprezentat ideea inventatorului englez Henry Bessemer (1813—1898) de a sufla aer în fonta topită pe la partea inferioară a unui nou agregat de topire numit convertizor Bessemer (1856). Procedeul Bessemer prezenta avantajul că se realiza creșterea temperaturii procesului utilizînd căldura reacțiilor de oxidare ale elementelor însoțitoare ale fierului (C, Mn, Si ș.a.) și că procesul se desfășura cu viteze de zeci de ori mai mari ca cele din creuzete sau cuptoare de pudlare. Prezenta însă dezavantajul că nu permitea îndepărtarea elementelor dăunătoare sulf și fosfor. Inventatorul englez Sidney Gilkrist Thomas (1879) găsește soluția îndepărtării acestui dezavantaj înlocuind căptușeala acidă a convertizorului Bessemer cu căptușeală bazică (dolomită). După această îmbunătățire convertizorul a luat numele celor doi inventatori, Bessemer-Thomas. Un moment important în istoria dezvoltării producerii fontei l-a constituit construirea de către inginerul englez E. A. Cowper, în 1857, a instalației tip regenerator pentru încălzirea aerului introdus în furnal (→ *cauper*). Cu timpul se adunau mari cantități de deșeuri de oțel care nu puteau fi retopite, depozitarea lor devenind o problemă. Soluția utilizării lor au găsit-o francezii Emile și Pierre Martin (1824—1915) care au conceput în 1864 tipul de cuptor ce le poartă numele (→ *cuptor Siemens-Martin*). Ei au reușit creșterea temperaturii flăcării de încălzire prin utilizarea aerului preîncălzit în camere regeneratoare, devenind posibilă topirea fierului vechi și transformarea lui în oțel. Elaborarea oțelurilor aliate cu componenți greu fuzibili (W, Mo, Cr ș.a.) cu proprietăți importante în tehnica modernă, impunea folosirea unor surse de căldură care depășea posibilitățile celorlalte procedee. Problema a fost rezolvată prin apariția cuptorului electric cu arc, cu inducție și în ultima perioadă cu plasmă sau cu jet de electroni. Creșterea producției de oțel a determinat apariția procedeului de mare productivitate și eficiență, de elaborare în convertizor prin insuflare de oxigen (1952, Austria) care în etapa actuală începe să se impună din ce în ce mai mult față de celelalte procedee. Cunoștințe mai importante asupra structurii materialelor metalice apar în sec. 19 datorită cercetărilor lui: Alois de Widmannstätten (prelevează în anul 1808, lustruiește și atacă bucăți de meteorit), P. P. Anosov (fabrică în 1830, oțel de săbii în Ural și pune în evidență la microscop prin atac cu reactivi structura oțelului), I. R. von Fuchs (precizează în 1851 alotropia fierului), D. K. Cernov (descoperă, în 1868, punctele critice ale oțelului), A. Martens (dezvoltă, în 1878, microscopia metalografică și, în 1890, descoperă fragilitatea la albastru), A. Ledebur (descoperă, în 1883, creșterea grăunților cu temperatura), N. S. Kurnacov (dezvoltă, în 1881, teoria aliajelor), Clifton Sorby (descoperă, în 1887, martensita), Osmond (precizează, în 1887, punctele critice ale oțelului), Abel și Diring (descoperă cementita), Roberts-Austin (trasează, în 1897, diagrama Fe—C), Steadt (descoperă, în 1898, că recristalizarea are loc prin germinare și creștere). Sfîrșitul sec. 19 marchează constituirea metalurgiei fizice ca disciplină de studiu. În sec. 20 cunoștințele de metalurgie fizică se amplifică, contribuții de bază avînd: How (publică în 1903 primul manual de metalurgie fizică), G. Tamman (tra-

sează un număr mare de diagrame de echilibru). Max von Laue (descoperă, în 1912, difracția razelor X), Westgren (precizează, în 1922, tipul rețelelor cristaline ale stărilor alotropice ale fierului); Hume-Rothery (expune, în 1926, teoria solubilității totale), Laves (descoperă, în 1931, compuși ce nu se supun legilor valenței — faze Laves), Frenkel, Wagner și Schottki (în perioada 1930—1936 postulează teoretic imperfecțiunile cristalelor reale), E. A. Bain (construiește, în 1929, prima diagramă *T—T—T*), Jominy (definește, în 1933, călibilitatea prin călire frontală), Poleny, Orowan și Taylor (stabilesc, în 1934, independent unul de altul, existența dislocațiilor), Ruska (descoperă, în 1931, microscopul electronic), Chalmers-Bragg și Burgers (explică, în 1940, limita dintre grăunți prin dislocații marginale), Cottrell (precizează, în 1948, noțiunea de atmosfere Cottrell și în 1950 definește substructura). În domeniul prelucrării prin turnare a materialelor metalice s-au realizat următoarele: 1708—în Anglia A. Darby toarnă vase în amestecuri de formare crude; 1734 — în Rusia se toarnă din bronz clopotul-țar de 200 t; 1770—1775— se toarnă cel mai mare cilindru de fontă ($D$ = 1 800 mm și $L$ = 3 200 mm); 1794 — J. Wilkinson a obținut patent de cuptor cu cuvă, strămoșul cubiloului; 1827 — se folosește placa-model iar în 1851 placa-model cu două fețe pentru formare cu rame suprapuse; 1839 — se brevetează primul patent de mașină cu piston pentru turnare sub presiune; 1855— se realizează mașina de formare cu extragerea modelului prin ridicarea ramei; 1858 — I. Ireland perfecționează cubiloul la forma actuală; 1865 — se construiesc mașina de format cu placă rabatabilă, cu placă-pieptene și primul cubilou cu antecreuzet; 1880 — se elaborează pentru prima dată oțel pe cale electrică; 1882 — se introduce procedeul duplex (Bessemer-Siemens Martin), 1885 — Nikolaus Benardos din Petersburg construiește primul cuptor electric cu arc; 1890 — la Gysinge (Suedia) se construiește primul cuptor electric cu inducție, pentru topit oțel; 1907 — Baillot (Franța) pune bazele cubiloului cu aer cald; 1912 — se construiește primul cuptor rotativ încălzit cu petrol pentru elaborarea fontei cenușii; 1920—1925 — se introduce și se perfecționează procedeele de modificare a fontelor cenușii în vederea îmbunătățirii proprietăților acestora și se introduce turnarea centrifugă; 1927 — se construiește primul cuptor rotativ încălzit cu praf de cărbune; 1934 — se pun bazele desulfurării cu săruri și sodă; 1935—1940 — se pun bazele nodulizării fontei; în U.R.S.S. și S.U.A. se fac primele încercări de turnare a oțelului; 1953 — M. Shaw patentează procedeul, care-i poartă numele, privind executarea formelor ceramice folosind ca liant silicat de etil; 1953 — se obține primul patent privind formarea cu modele volatilizabile în vederea turnării pieselor de artă. În domeniul deformărilor plastice momentele de bază au fost: 1783 — realizarea de către Henry Cort a unui tip de laminor greu cu doi cilindri pentru profile variate și complexe (bare, grinzi etc.); 1791 — Jamain și Joucelet pun în funcțiune primul laminor mare pentru tablă groasă și subțire de oțel; 1797 — se fabrică prin extrudare primele țevi de plumb; 1798 — T. Hazledin obține patentul primului laminor continuu; 1848 — în Franța se laminează profile dublu T; 1856 — Carslund construiește laminorul trio pentru laminarea oțelului; 1862 — intră în funcțiune primul laminor continuu; 1870 — A. L. Holley construiește un laminor trio pentru lingouri; 1885 — I. Reinhard și Max Manessmanu laminează țevi elicoidale. *Metalur-*

Scanned with OKEN Scanner

*gia pulberilor* a fost marcată de două date importante: 1841 — Ossan realizează pentru prima dată piese și obiecte din pulberi metalice iar în 1909 se pune la punct tehnologia de fabricare a pieselor din pulberi metalice.

În România momentele mai importante ale metalurgiei sînt următoarele: 2800—1700 î.e.n. — apare și se extinde metalurgia cuprului; 1800—1700 — se extinde folosirea bronzului; 1150 î.e.n. — apare metalurgia fierului, dezvoltîndu-se încet pînă la 800 î.e.n. și apoi mai rapid; sec. 5 și 4 î.e.n. — apar primele monede emise pe teritoriul românesc de cetățile grecești Histria (bronz și argint), Callatis și apoi Tomis; sec. 9 — se dezvoltă avansat extracția fierului, lucru atestat prin descoperirea la Valea Caselor lîngă Ghelar a unui cuptor aflat în prezent la muzeul științelor din Londra (fonta găsită pe fundul acestora atestînd extracția fierului înainte de anul 1000); 1365 — Vlaicu Vodă bate primele monede în Țara Românească (ducați, dinari și bani); 1718 — la Oravița (Banat) este construit primul furnal industrial cu mangal; 1719 — la Bocșa (Banat) s-au pus în funcțiune două furnale cu mangal; 1754 — se produc lupe la Toplița (jud. Hunedoara) într-un cuptor cu producție de 100 t/lună; 1769 —la Reșița se construiesc ateliere de prelucrare a fierului; 1771 — se pun în funcțiune două furnale la Reșița; 1844 — la București, începe să funcționeze prima turnătorie de fontă; 1845 — la Reșița, intră în funcțiune primul laminor de tablă acționat cu aburi și primul cuptor de pudlare, iar la Nădrag un laminor similar; 1851—începe laminarea de șine de cale ferată; 1850—la Cugir se produce oțel de creuzet; 1857 — la Uricani și Lupeni (jud. Hunedoara) se fabrică cocs din cărbune brun; 1859—1861 — se construiesc cuptoare de pudlare la Ohaba — Bistra, Călan și Anina; 1864 — ia ființă la București atelierul de turnătorie al belgianului Louis Lemaître; 1868 — la Reșița, începe să producă primul convertizor Bessemer; 1874 — la Oțelul Roșu, funcționează cuptoare de pudlaj cu camere regeneratoare; 1871 — intră în funcțiune uzina „Victoria" din Călan care produce fontă și piese turnate din fontă; 1873 — la Anina și apoi (1874) la Reșița se fabrică cocs; 1882 — intră în funcțiune primul furnal la Hunedoara; 1897 — la Oțelul Roșu se construiește oțelăria Siemens-Martin; 1900—1910 — C. Niculescu-Otin inițiază primele cercetări românești în domeniul metalografiei; 1920 — se construiește uzina „Industria sîrmei" din Cîmpia Turzii; 1922 — ia ființă în cadrul Școlii Politehnice din București catedra de Metalurgie condusă de prof. Ion Balbareu și din 1927 de prof. Tr. Negrescu; 1930—1932 — D. Perețianu efectuează la furnalul din Găvăjdia primele încercări din lume de reducere a consumului de cocs prin introducerea păcurii; 1930—1936 — se studiază reducerea minereurilor de fier cu gaz metan (D.Briscan (1930—1931) și M. Constantinescu și G. Vulpescu (1936)); 1953— intră în funcțiune la Hunedoara fabrica de aglomerare a minereurilor de fier și prima uzină cocsochimică în noua oțelărie; 1956 — intră în funcțiune la Hunedoara primul furnal de 700 $m^3$ și primul cuptor Martin; 1959—încep lucrările de pe șantierul C. S. Galați; 1965 — intră în funcțiune uzina de extragere a aluminiului de la Slatina; 1968— la C. S. Galați intră în funcțiune oțelăria LD și modernul laminor slebing; 1971 — intră în funcțiune la Galați laminorul de benzi la rece; 1972 — la C. S. Galați intră în funcțiune al 3-lea furnal de 1 700 $m^3$ și puternicul laminor de benzi la cald; 1973 — la C. S. Galați intră în funcțiune uzina cocsochimică; 1978 — la

C. S. Galați intră în funcțiune al 5-lea furnal de 2 700 m³.
La succesele obținute de **M.** din R. S. România o contribuție deosebită au adus colectivele de cercetători din *Institutul de cercetări metalurgice, Institutul de proiectări pentru secții și uzine metalurgice, Institutul de proiectări pentru laminoare, Institutul de cercetări și proiectări tehnologice pentru sectoare calde, Institutul de cercetări și proieictări pentru industria metalelor neferoase*, precum și prof. ing. A. Rău, prof. ing. Suzana Gâdea, prof. ing. Al. Domșa ș.a.

**METODA BRINELL,** metodă statică pentru determinarea durității pe baza rezistenței pe care o opun materialele la pătrunderea unui penetrator de forma unei bile din oțel dur, cu diametrul $D$, acționat de o forță constantă, $F$, un timp limitat. *Duritatea Brinell* se notează prescurtat $HB$ și reprezintă raportul dintre forța de apăsare și suprafața urmei, $S$, lăsată de penetrator pe material. În acest caz suprafața urmei are forma unei calote sferice și se obține cu relația: $S = \pi Dh$, în care $h$ este adîncimea urmei, în mm. În funcție de diametrul urmei, $d$, valoarea adîncimii urmei rezultă din relația:

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}.$$

Ca urmare, valoarea durității Brinell, exprimată în daN/mm² se stabilește cu formula:

$$HB = \frac{F}{S} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}.$$

**M. B.** este standardizată. Potrivit indicațiilor prevăzute în standard bilele au diametrul normal de 10 mm și se confecționează din oțel de rulmenți (călit) sau din aliaje dure. Mai pot fi utilizate bile cu diametrele de: 5, 2,5, 2 și 1 mm. Forța de apăsare normală este de 3 000 daN, încercarea putînd fi însă efectuată și la forțe mai mici. Pentru ca rezultatele să fie comparabile trebuie să existe o concordanță între forța de apăsare și diametrul penetratorului, pe baza relației: $F = KD^2$, în care $K$ este o constantă, denumită grad de solicitare. Încercarea se execută prin aducerea penetratorului în contact cu suprafața eșantionului de încercat și aplicarea sarcinii în mod lent, progresiv și perpendicular pe această suprafață. Sarcina finală se menține un anumit timp dat, $t$, după care urmează descărcarea piesei și măsurarea diametrului urmei cu ajutorul căruia se calculează valoarea durității (fig. M. 23). Duritatea se stabilește ca media a cel puțin trei încercări efectuate succesiv pe suprafața aceluiași eșantion. Duritatea obținută se scrie menționînd alături simbolul caracteristic acestei durități și valo-

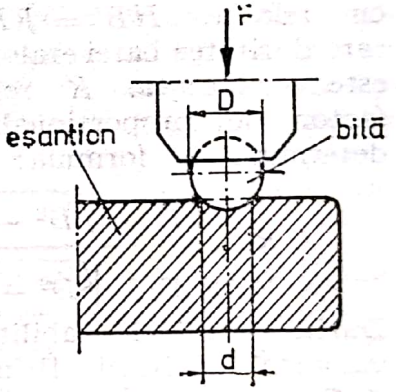



**Fig. M. 23.**

rile diametrului bilei, $D$, a forței de acționare, $F$ și a timpului de menținere a forței, $t$, astfel: $HB$ $D/F/t$. Cînd se utilizează o bilă cu diametru de 10 mm și o forță de acționare de 3 000 kg se consideră că încercarea este normală și aceste mențiuni ($D$, $F$ și $t$) nu se mai fac. Stabilirea durității cu **M. B.** are loc cu ajutorul aparatelor de încercat care din punct de vedere constructiv sînt de mai multe tipuri. Orientativ, s-a stabilit o relație între rezistența de rupere la tracțiune, $\sigma_r$ și duritatea Brinell: $\sigma_r = m\,HB$, în care $m$ este o constantă.

Scanned with OKEN Scanner

(În cazul oțelurilor $m$ este cuprinsă între 0,3 și 0,4, în funcție de calitatea oțelului.) **M. B.** se aplică, în general, pentru stabilirea durității materialelor metalice relativ moi. Poartă denumirea metalurgului suedez Brinell.

**METODA POLDI,** metodă dinamică pentru determinarea durității pe baza rezistenței opuse de materiale la pătrunderea unui penetrator de forma unei bile din oțel dur, penetrator care pătrunde concomitent atît în materialul de încercat cît și într-o bară etalon din oțel. Bila din oțel are diametrul $D$ și este acționată dinamic printr-o lovitură manuală de ciocan. Forța de lovire nu are influență asupra rezultatului determinării. După efectuarea încercării se măsoară diametrul urmei pe piesă, $d_p$ și diametrul urmei pe bara etalon, $d_b$. Principial, metoda este asemănătoare metodei Brinell și se notează cu simbolul *HB'*. *Duritatea Poldi* se calculează cu relația: $HB' = KHB_{etalon'}$, în care duritatea barei etalon $(HB_{etalon})$ este cunoscută. $K$ reprezintă un factor de proporționalitate și se determină cu formula:

$$K = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_b^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_p^2}}.$$

Duritatea astfel stabilită diferă de valoarea durității Brinell cu cca $\pm$ 7%, motiv pentru care nu este standardizată. Aparatul Poldi (fig. M. 24) folosit pentru determinarea durității este simplu și ușor portabil. Duritatea Poldi se aplică direct pe suprafața pieselor cu gabarit și greutate mare și are un caracter informativ.

**METODA ROCKWELL,** metodă statică pentru determinarea durității în funcție de adîncimea de pătrundere a unui penetrator care poate fi o bilă din oțel dur avînd diametrul $D$ egal cu 1,5875 mm sau un con din diamant cu un unghi la vîrf de 120°. A fost concepută de metalurgul american S. P. Rockwell, în 1919. În funcție de valoarea forței $F$ care acționează penetratorul, încercarea de duritate comportă trei faze succesive (fig. M. 25): 1 — Penetratorul acționează la o sarcină inițială constantă $F_0$ = 10 daN care asigură un contact intim între piesă și penetrator; 2 — Se aplică o suprasarcină, $F_1$, timp de 10—15 s a cărei valoare este de 90 daN pentru penetratorul sub formă de bilă și de 140 daN în cazul penetratorului de forma conului din diamant. Ca urmare, în această fază, forța totală de acționare, $F = F_0 + F_1$ va fi de 100 daN și, respectiv, de 150 daN; 3 — Se înlătură suprasarcina $F_1$ urmînd a se face măsurarea adîncimii de pătrundere a penetratorului. Potrivit celor două mijloace penetrante se disting două

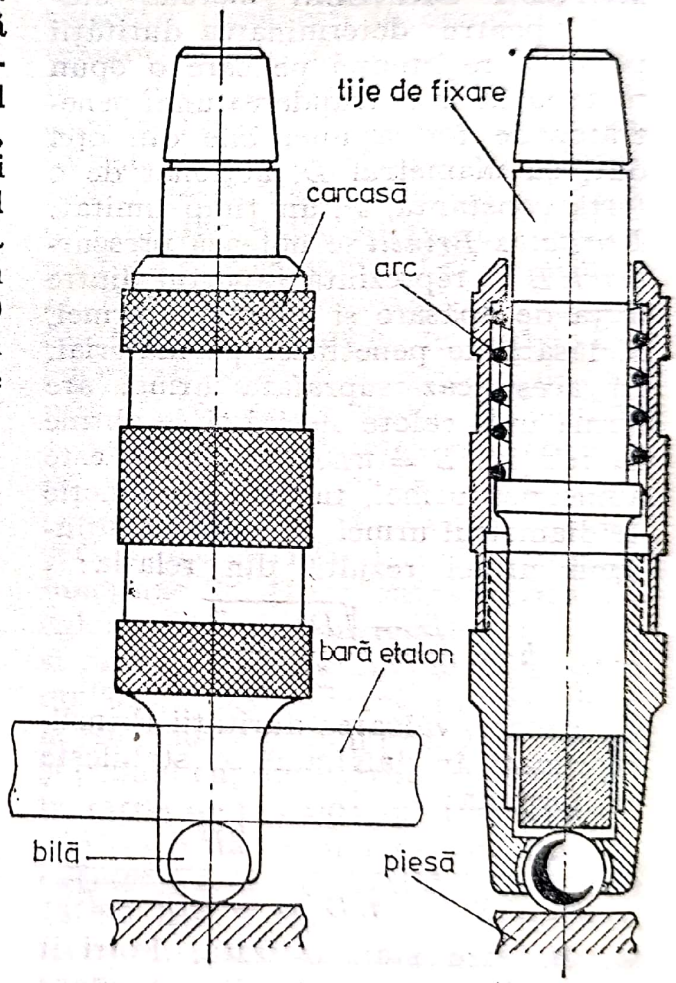



**Fig. M. 24.**

mărimi cu ajutorul cărora se poate exprima *duritatea Rockwell* și care prescurtat se notează, astfel: *HRB*, pentru duritatea determinată cu bilă din oțel și *HRC* pentru duritatea stabilită cu conul din diamant. Adîncimea de pătrundere se măsoară în unități convenționale pe o scară și se exprimă în unități convenționale. *Duritatea Rockwell* rezultă din diferența: $HRC = 100 - e$ și $HRB = 130 - e$. Citirea diferenței se face direct în unități convenționale Rockwell pe cadranul comparatorului. Metoda nu se recomandă la materiale cu structură grosolană, neomogenă

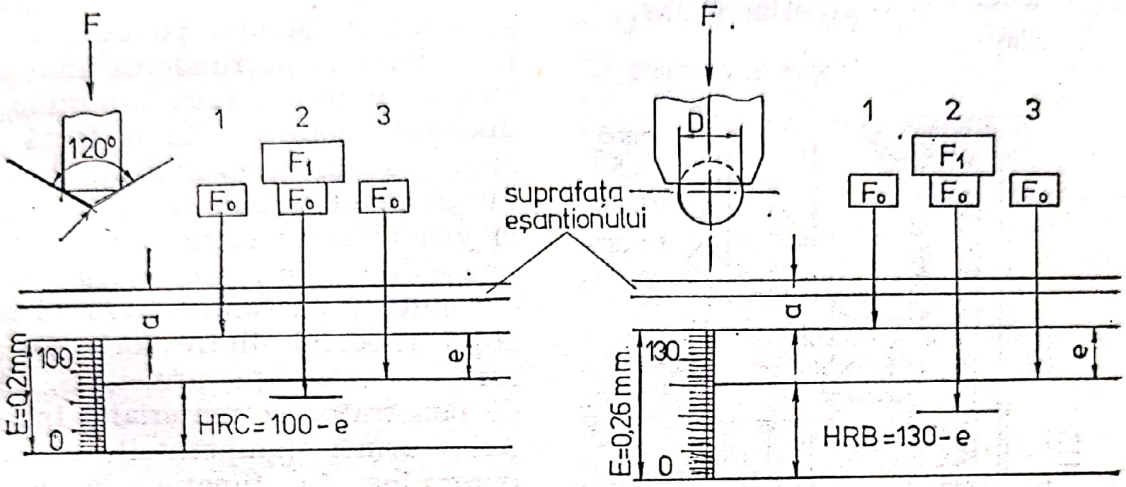



**Fig. M. 25.**

de mărimi *E*. Pentru duritatea *HRC* scara de mărimi *E* este divizată în 100 unități convenționale, măsurînd în total o adîncime în valoare reală de 0,20 mm. Pentru duritatea *HRB* scara de mărimi *E* conține 130 unități convenționale, măsurînd în total o adîncime în valoare reală de 0,26 mm. Aparatele folosite pentru determinarea durității după **M. R.** măsoară adîncimea de pătrundere cu ajutorul unui comparator pe al cărui cadran se poate citi direct valoarea durității materialului. În acest scop penetratorul se leagă direct de comparatorul cu cadran conținînd diviziunile celor două scări de duritate *HRB* și *HRC*. După prima fază a încercării, la sarcina inițială $F_0$, penetratorul pătrunde în material o anumită adîncime *a*, de la care se fac măsurătorile pe scara convențională. După aceasta cadranul comparatorului este adus în poziția zero. Adîncimea de pătrundere a penetratorului la sfîrșitul determinării se notează cu *e* sau la materiale fragile. Se recomandă efectuarea a cel puțin trei încercări de duritate pe aceeași probă și calcularea mediei aritmetice care să reprezinte rezultatul încercării de duritate a materialului examinat.

**METODA SHORE,** metodă dinamică pentru determinarea durității în funcție de înălțimea de ricoșare, exprimată în unități convenționale, a unui penetrator, de formă cilindrică cu o masă dată, care cade liber și perpendicular pe suprafața piesei de în cercat. Înălțimea la care ricoșează penetratorul (ciocănelul) determină *duritatea Shore* care se notează cu simbolul *HS*. Scara convențională pe baza căreia se măsoară înălțimea de ridicare a ciocănelului după ricoșare este gradată în 100 unități. Ciocănelul care execută căderea se confecționează din oțel, fiind prevăzut la partea inferioară cu un vîrf din diamant, de forma unei calote sferice. Aparatul Shore (fig. M. 26) cu ajutorul

căruia se realizează încercarea se compune, în principal, dintr-un tub de sticlă, calibrat și gradat în unități convenționale în care se află penetratorul. Tubul se fixează de un pivot, într-o poziție convenabilă încercării. Piesa de încercat

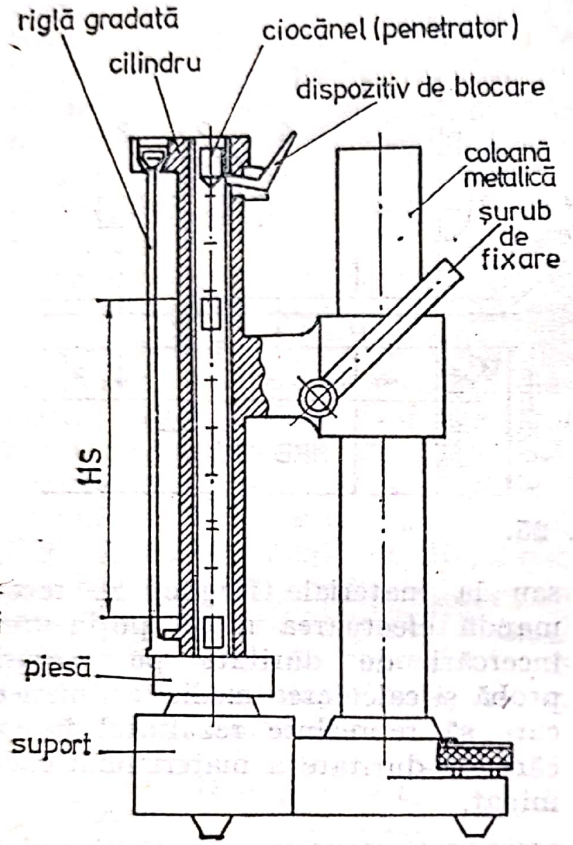



**Fig. M. 26.**

poate fi adusă pe suportul aparatului sau în cazul pieselor mari, aparatul poate fi așezat deasupra piesei. Suprafața piesei de încercat trebuie să fie plană, netedă, lipsită de defecte și porțiuni oxidate. **M. S.** pentru determinarea durității a fost standardizată. Potrivit acestor norme, încercarea se execută o singură dată în același punct. Distanța minimă între două puncte trebuie să fie de cel puțin 2 mm. Duritatea Shore reprezintă media aritmetică a cel puțin cinci încercări. Uneori tubul de sticlă nu este gradat, în care caz pentru determinarea durității aparatul este prevăzut cu o riglă gradată în unități convenționale. Aplicată pentru prima dată în Franța, în 1895, **M. S.** poate fi utilizată la stabilirea durității unor piese de dimensiuni mari, ca: arbori cotiți, cilindri de laminor, nicovale etc.

**METODA VICKERS,** metodă statică pentru determinarea durității pe baza rezistenței pe care o opun materialele la pătrunderea unui penetrator de forma unei piramide, din diamant, acționat de o forță constantă, $F$, un timp limitat. Piramida din diamant trebuie să aibă un unghi la vîrf măsurat între două suprafețe opuse de 136°. *Duritatea Vickers* se notează cu simbolul $HV$ și reprezintă raportul dintre forța de apăsare și suprafața urmei, $S$, lăsată de penetrator pe materialul încercat. Aria urmei (amprentei) se poate determina în funcție de unghiul penetratorului și de diagonala sa, $d$ (fig. M. 27). În acest scop se determină valoarea celor două diagonale ($d_1$ și $d_2$) a căror medie aritmetică reprezintă valoarea, în mm, a dia-

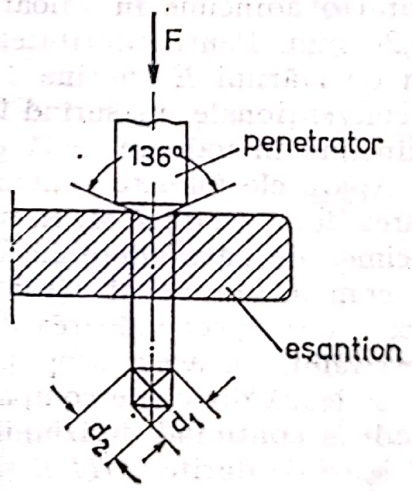



**Fig. M. 27.**

gonalei $d$. Ca urmare, duritatea Vickers se obține cu formula:

$$HV = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{d^2}{2 \sin \frac{136}{2}}} = 1{,}854 \frac{F}{d^2}.$$

Valoarea durității Vickers se exprimă în daN/mm². **M. V.** este standardizată. Normele prevăzute în standard indică utilizarea unor forțe de acționare (sarcini) în timpul încercării de: 5; 10; 20; 30; 50 și 100 daN, în funcție de duritatea materialului. Timpul de menținere a sarcinii este de 15 s. Duritatea Vickers se stabilește pe baza mediei aritmetice a trei încercări efectuate succesiv pe aceeași suprafață a eșantionului. Valoarea acestei durități se scrie menționînd alături simbolul caracteristic și valoarea forței, $F$ și a timpului, $t$, de menținere a sarcinii, în cazul cînd acesta este mai mare de 15 s, astfel: $HVF/t$. **M. V.** se aplică în general pentru materialele dure sau foarte dure și în comparație cu metoda Brinell prezintă avantajul folosirii numai a unui singur penetrator pentru toate materialele. Aparatele utilizate la efectuarea încercărilor de duritate, din punct de vedere constructiv, sînt similare cu cele utilizate la încercarea Brinell.

**MICĂ,** grupă de aluminosilicați naturali de potasiu cu un conținut variabil de fier, magneziu, litiu etc. De culoare albă, gălbuie, cenușie, brună etc. se caracterizează printr-un clivaj perfect. Se prezintă în mai multe varietăți, mineralele cele mai des întîlnite din această grupă fiind biotitul și muscovitul.

**MICRORETASURĂ,** defect la piesele obținute prin turnare sau deformare plastică sub formă de acumulare locală de goluri mici, uneori microscopice, la suprafață cu structură macrogranulară și poroasă. La piesele obținute prin deformare plastică microretasurile provin de la material (lingou sau semifabricat laminat) și pot rămîne nesudate după aceasta, la coroiaj mic, temperatură relativ joasă, la deformare și material cu tendință mică de sudabilitate. La piesele turnate apar din cauzele prezentate la → *retasură.*

**MICROSCOP ELECTRONIC** (fig. M. 28), microscop cu putere de mărire de la 2 000 pînă la 300 000 de ori la care pentru examinarea probelor, în locul fasciculelor de lumină, se

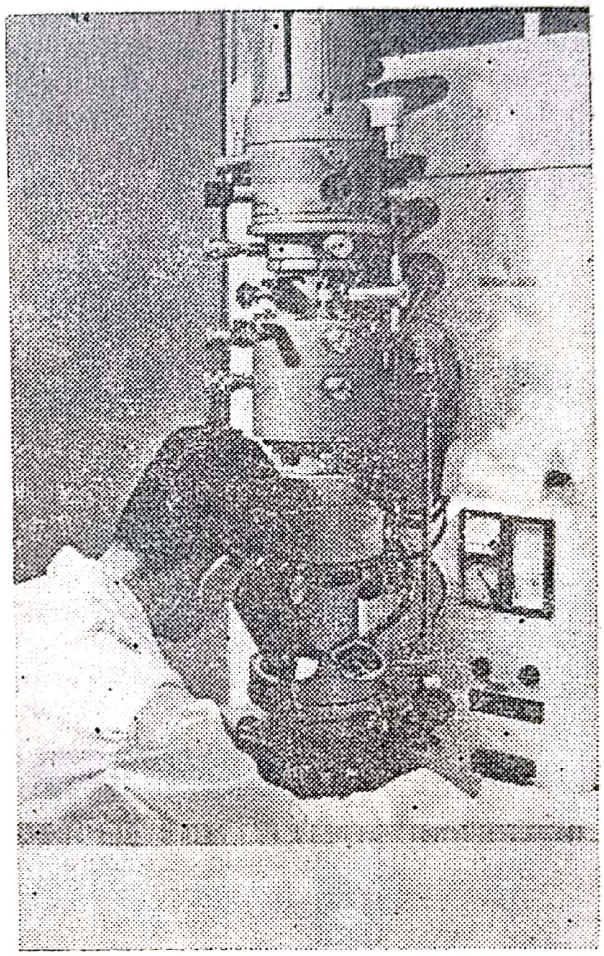


**Fig. M. 28.**

folosește flux de electroni. În locul lentilelor optice întîlnite la microscopul metalografic se folosesc dispozitive electrostatice sau electromagnetice, numite lentile electronice, bobine de construcție specială, care au acțiune convergentă sau divergentă asupra fasciculului de electroni, întocmai ca lentilele optice asupra razelor de lumină. Imaginea obiectului examinat poate fi fotografiată sau proiectată pe un ecran fluorescent.

Scanned with OKEN Scanner

În mod obișnuit, cercetarea probelor la **M. E.** se face prin transparență, fasciculul de electroni străbătînd mai mult sau mai puțin proba, în funcție de natura și grosimea acesteia. Examinarea mai poate fi făcută și prin reflexie, fluxul de electroni fiind reflectat de suprafața probei. Pentru a putea fi examinată proba trebuie să prezinte transparență suficientă față de electroni, din care motiv este necesar să aibă o grosime foarte mică (cca 10 μm). De la sursă (fig. M. 29) după ce primește o accelerație suficientă, fluxul de electroni intră într-un condensator care îl concentrează, proiectîndu-l pe suprafața probei. În continuare, fasciculul de electroni intră în lentila obiectiv unde se formează prima imagine mărită și, apoi, cu ajutorul lentilei proiectoare se ajunge la imaginea finală, foarte mare, care este transmisă ecranului fluorescent. Acesta are rolul de a transforma imaginea electronică în imagine luminoasă. Pentru ca fluxul de electroni să aibă o viteză de pătrundere mare, deplasarea sa trebuie să aibă loc în vid. În consecință, **M. E.** este dotat cu două pompe care realizează un vid de $10^{-4}$—$10^{-5}$ Torr. Toate lentilele electronice sînt răcite cu apă. Puterea de mărire a microscopului rezultă ca un produs între puterea de mărire a lentilei obiectiv și a lentilei proiectoare. Metalele și aliajele fiind opace față de electroni, la **M. E.** se studiază amprenta suprafeței eșantionului, numită replică. Aceasta este o peliculă transparentă care reproduce suprafața probei, putîndu-se desprinde de pe probă și introduce spre examinare la **M. E.** Pregătirea ei necesită o operație specială. Examinarea metalelor și aliajelor cu ajutorul **M. E.** permite decelarea unor detalii ale structurii acestora. În fig. M. 30 se prezintă microstructura fierului văzută la microscopul metalografic *(a)* și la **M. E.** *(b)*

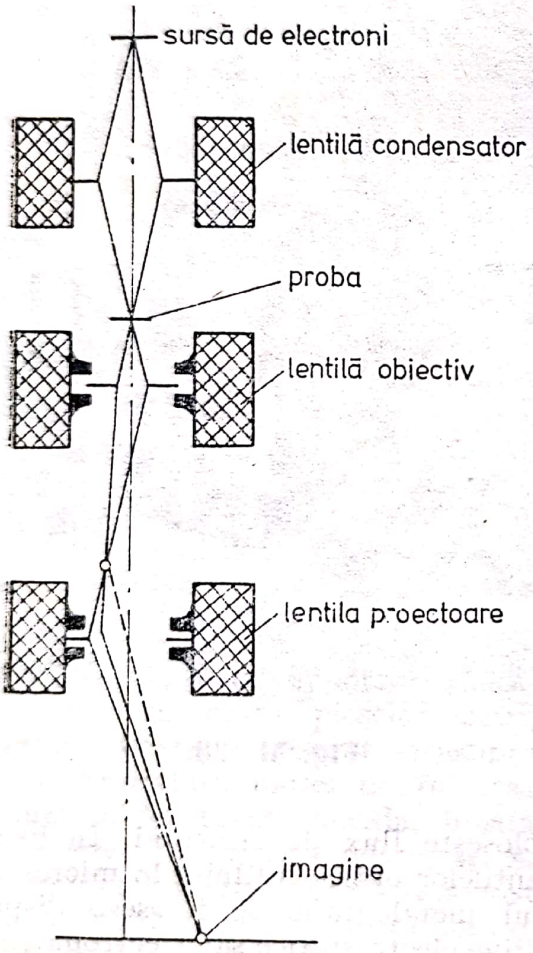



**Fig. M. 29.**

**MICROSCOP METALOGRAFIC,** microscop adaptat pentru punerea în evidență a structurii metalelor sau aliajelor, cu ajutorul probelor supuse unei pregătiri prealabile (operații de: șlefuire, lustruire și atac cu reactivi metalografici). **M.M.** folosește lumina reflectată și indiferent de tipul constructiv, se compune din: sistemul de iluminare, sistemul optic împreună cu dispozitivul de fotografiere și sistemul mecanic de reglare. Sistemul optic este alcătuit din obiectiv, ocular, prisme și oglinzi iar sistemul de iluminare dintr-o sursă de lumină care se proiectează pe suprafața eșantionului. Există două sisteme de iluminare: oblică

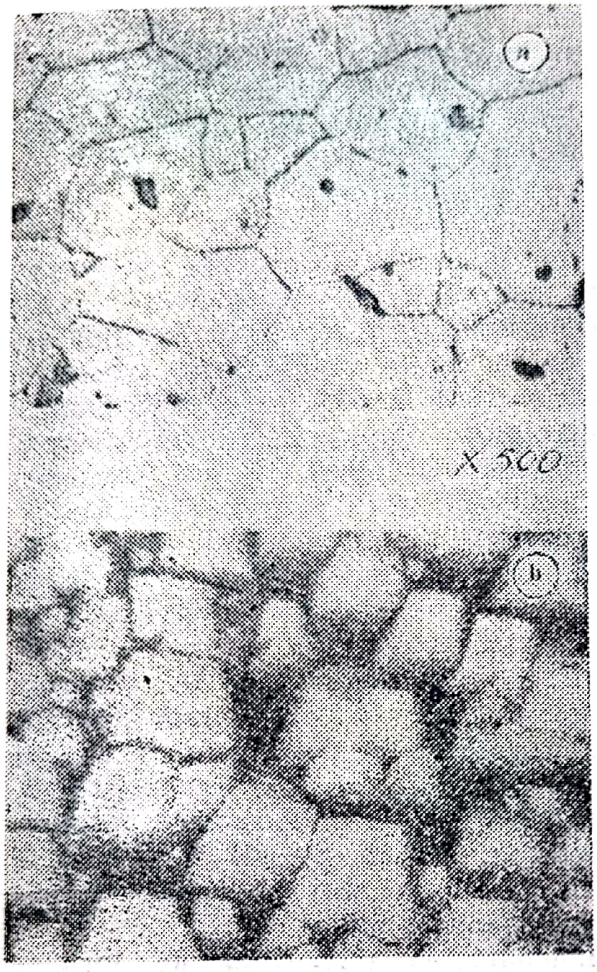



**Fig. M. 30.**

și perpendiculară (fig. M. 31). În primul caz, constituenții structurali, care în urma atacului cu reactivi, prezintă o suprafață netedă apar întunecați în ocular, deoarece razele reflectate de suprafața netedă trec pe lîngă lentila obiectivului. În cel de-al doilea caz, constituenții cu suprafața netedă, reflectă întreaga lumină în obiectiv, imaginea lor în ocular avînd o culoare deschisă. Constituenții atacați de reactiv (suprafața rugoasă) reflectă lumina în afara obiectivului și în acest fel se prezintă în ocular de culoare închisă. Sistemul mecanic de reglare se compune din șuruburi micrometrice care permit deplasarea atît a obiectivului cît și a probelor. Puterea de mărire a unui **M. M.** este dată de produsul între puterea de mărire a obiectivului și a ocularului. În mod obișnuit **M. M.** măresc pînă la 1 500 de ori, dar există și aparate care măresc de la 2 000 pînă la 3 000 de ori.

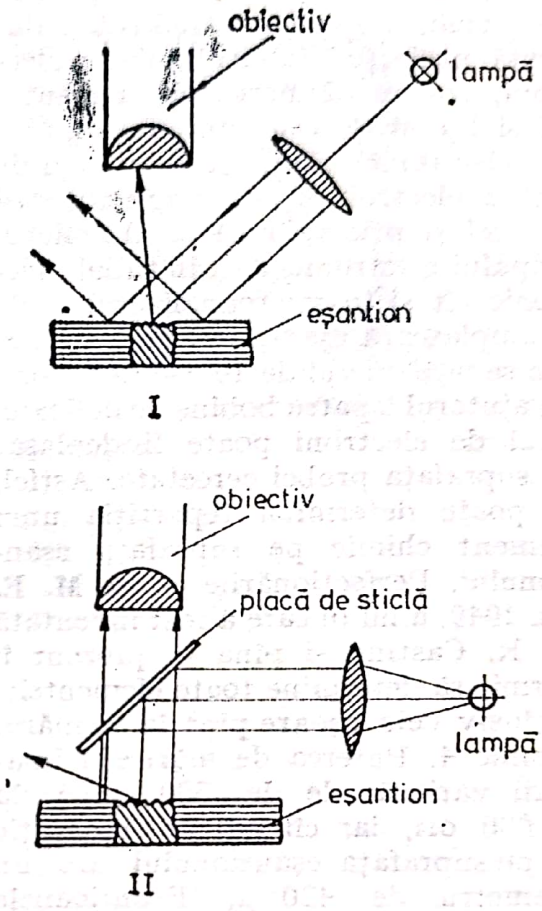



**Fig. M. 31.**

**MICROSONDĂ ELECTRONICĂ,** aparat care permite determinarea în același timp și loc a compoziției chimice și a structurii materialelor metalice (metale și aliaje). Pentru analiza unui material, electronii emiși de un filament de wolfram sînt proiectați pe suprafața eșantionului metalic de analizat. În zona de impact, sub influența fasciculului puternic de electroni, atomii eșantionului sînt excitați și emit raze X specifice fiecărui element. Cu ajutorul unor spectrografe de raze X se determină calitativ și cantitativ elementele care intră în



Scanned with OKEN Scanner

componența materialului. Pentru analiza spectrală cantitativă, **M. E.** este prevăzută cu un dispozitiv care conține o platformă rotativă cu eșantioane standard. Formarea imaginii care redă structura materialului se realizează cu ajutorul unui dispozitiv electronic. Suprafața analizată, datorită proiecției fasciculului de electroni, are un diametru cuprins între 0,2 și 1 μ. **M. E.** este prevăzută cu un tub electronic, dotat cu un sistem de lentile electronice care funcționează pe același principiu ca și al microscopului electronic. Atît în tubul electronic cît și în microanalizorul unde se amplasează eșantionul pentru analiză se face un vid de $10^{-4}$ — $10^{-5}$ Torr. Cu ajutorul a patru bobine de deflexie, jetul de electroni poate fi deplasat pe suprafața probei cercetate. Astfel, se poate determina repartiția unui element chimic pe suprafața eșantionului. Perfecționările aduse **M. E.** din 1949, anul în care a fost inventată de R. Casting și pînă în prezent îi permit să determine toate elementele, inclusiv cele ușoare pînă la numărul atomic 4. Puterea de mărire a imaginii variază de la 300 pînă la 10 000 ori, iar cîmpul de observație de pe suprafața eșantionului are un diametru de 420 μ. Eșantioanele au diametru de 26 mm și înălțimea de 19 mm, fiind posibil să se examineze două eșantioane simultan.

**MICROSUFLURĂ,** defect la lingouri și piese prelucrate la cald. Apare sub formă de goluri punctiforme mici cu pereți netezi, chiar strălucitori, mai mult sau mai puțin oxidate, repartizate neregulat în pereți, în colonii mai mult sau mai puțin întinse, adesea cît un cap de ac cu gămălie. Cauzele posibile sînt cele menționate la → *suflură*.

**MIEZ,** parte componentă a formei de turnare cu ajutorul căreia se realizează golul interior și, în unele cazuri, chiar exterior al piesei turnate. După caracterul permanent sau temporar pot fi: metalice sau din amestec; după starea amestecului: crude (neuscate) sau uscate; după mărime: mici (cu volumul în limitele 2—10 $dm^3$), mijlocii (10—100 $dm^3$) și mari (min. 100 $dm^3$); după poziția față de piesă: exterioare și interioare; după rolul în formă: obișnuite (interioare și exterioare), pentru rețele de turnare, maselote etc.; după gradul de complexitate: de clasa I (formă complicată și pereți subțiri), de clasa II (cu nervuri), de clasa III și IV (simple) și de clasa V (masive, cu dimensiuni mari). **M.** sub formă de coajă (goale în interior) numite *miezuri-coajă* se realizează cu amestecuri pe bază de rășini cu întărire la cald sau la rece. **M.** temporar sprijinit pe partea centrală (manta) a formei se numește *miez în manta* (fig. M. 32, *a*), iar cel orizontal, care se sprijină în consolă se numește *miez în consolă* (fig. M. 32, *b*). Unele **M.** interioare sînt prevăzute cu suport pentru miez.

**Îndepărtarea miezurilor de turnare** executate din amestecuri ce se dezbat ușor și sînt plasate în piese de configurație simplă se realizează cu dispozitive sau instalații folosite la → *dezbaterea formelor de turnare*. În caz contrar se folosesc ciocane pneumatice, vibratoare sau instalații speciale, care funcționează prin vibrare sau prin perforare cu acționare pneumatică. *Instalațiile cu vibrare* se folosesc la îndepărtarea miezurilor cu rezistență mică, din piese turnate în producție de serie mare și de masă, cu productivități de aproape 120 piese turnate/h. *Instalațiile cu perforare* se folosesc în cazul pieselor turnate unicate, mari, cu miezuri de rezistență mică, cu productivitate de 1,5 t piese turnate/h.

**MIEZUIRE,** operație tehnologică de executare a miezurilor de turnătorie cu ajutorul → *cutiilor de miez* sau al

Scanned with OKEN Scanner

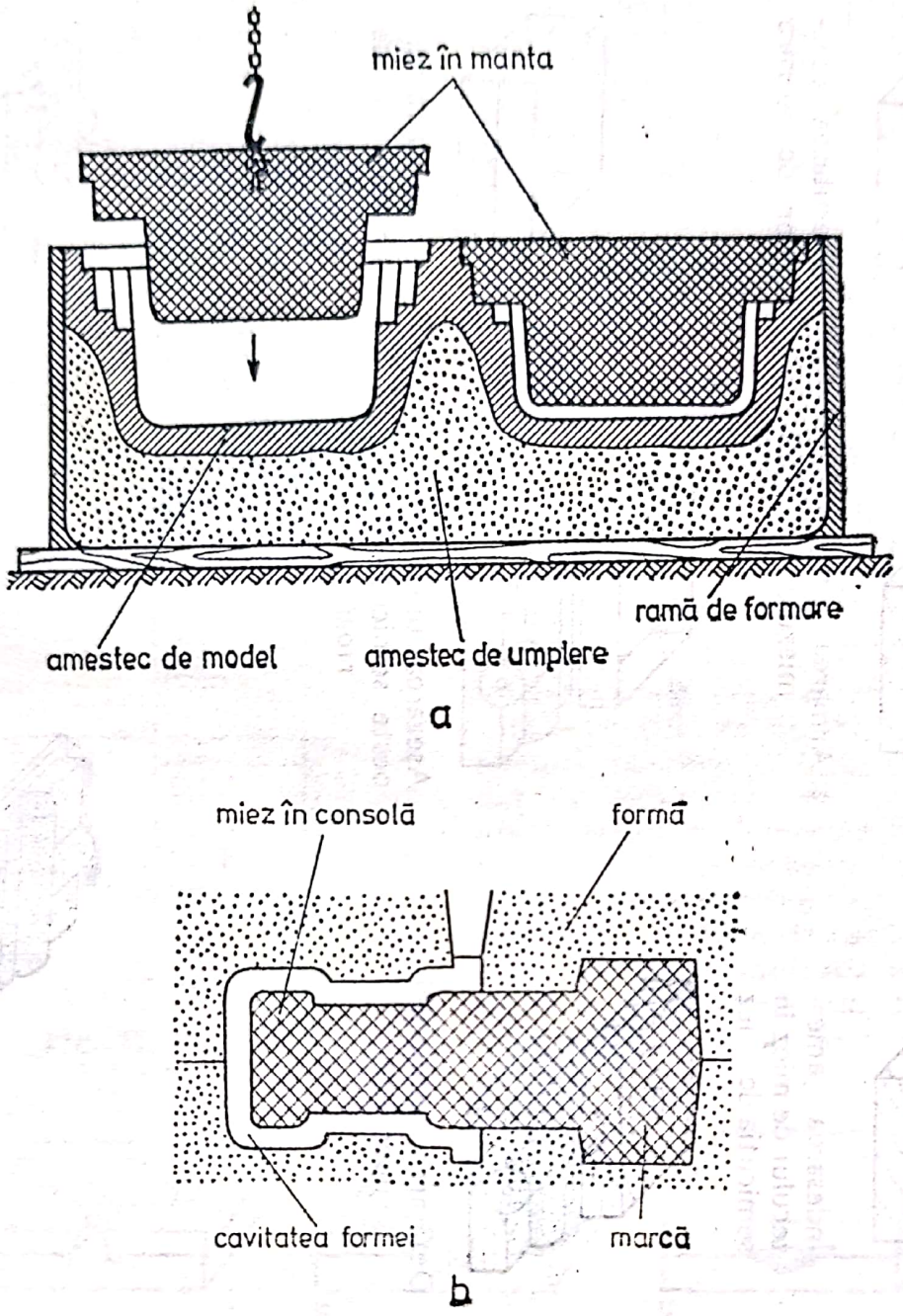
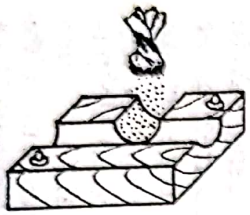
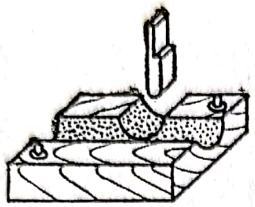



**Fig. M. 32.**

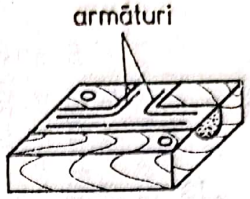
→ *şabloanelor*. Se execută manual sau mecanizat. În fig. M. 33 se prezintă etapele tehnologice de *miezuire manuală* în cutie de miez. *Miezuirea mecanizată* se realizează prin aruncare, presare, extrudare, scuturare, suflare, împuşcare sau centrifugare. **miezuirea prin aruncare,** (fig. M. 34), este un procedeu de executare a miezurilor cu îndesare prin aruncare. Forţa de aruncare este generată în capul aruncător prin rotirea unor palete fixate pe un ax care preiau şi aruncă amestecul ce intră printr-o fereastră. Amestecul antrenat de paletă este aruncat în cutia de miez îndesîndu-l. Prin umplerea cutiei de miez rezultă miezul. Procedeul se



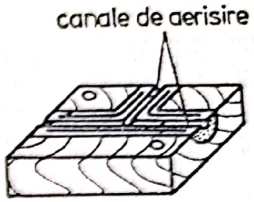
Pudrarea suprafeței de contact cu amestecul de miez



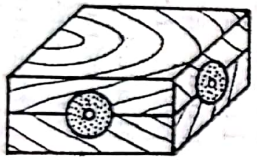
Îndesarea amestecului de miez în semicutia de miez



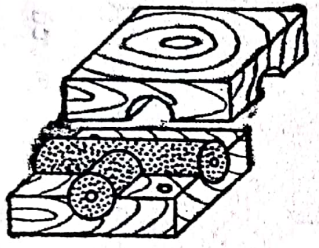

Armarea semimiezului



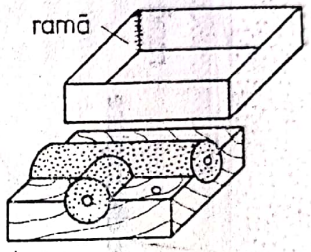

Executarea canalelor de aerisire



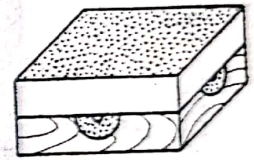
Suprapunerea semicutiei superioare (cu semimiez executat similar cu cel executat în semicutia inferioară) peste semicutia inferioară



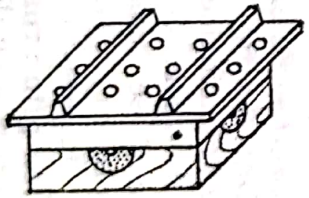
Detașarea semicutiei superioare



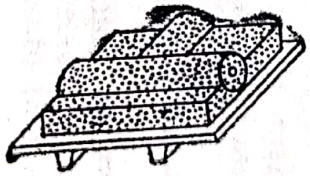

Așezarea unei rame peste semicutia inferioară



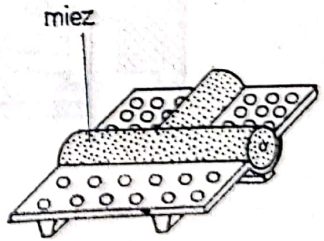
Umplerea ramei cu amestec neîndesat



Așezarea unei plăci pe rama superioară



Întoarcerea cu 180° a ansamblului și scoaterea semicutiei superioare




Așezarea pe stativ a miezului executat

**Fig. M. 33.**

aplică pentru obținerea miezurilor mijlocii și mari, de configurație simplă sau medie, în producție de unicate sau de serie.

**miezuirea prin extrudare,** (fig. M. 35), se realizează cu ajutorul unui piston cu ac de aerisire care în deplasarea sa spre stînga antrenează amestec ce este dirijat și îndesat la trecerea prin bucșă. La sfîrșitul cursei rezultă miezul cilindric. Procedeul se aplică pentru obținerea miezurilor cu secțiune constantă și simplă, în producție de masă.

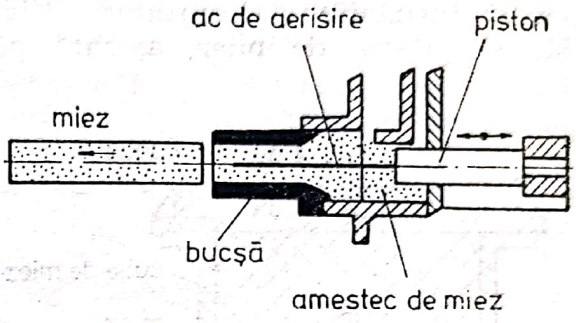



Fig. M. 35.

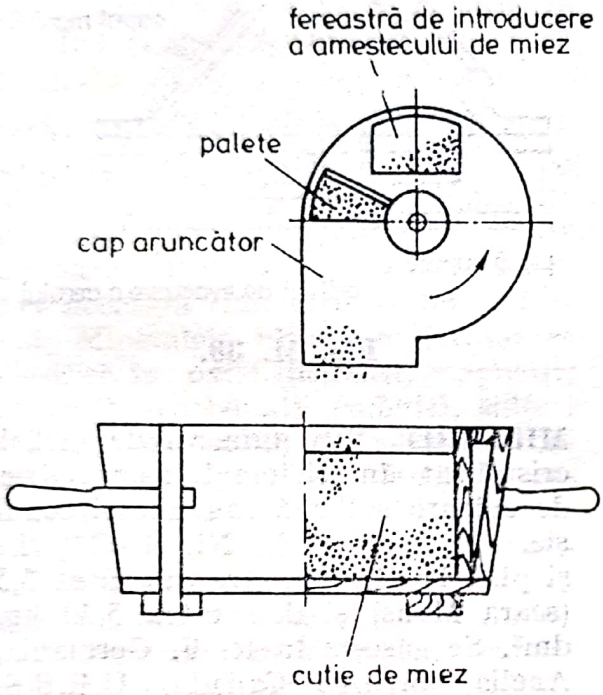



Fig. M. 34.

**miezuirea prin presare** este reprezentată schematic în fig. M. 36. Pe semicutia inferioară prevăzută cu canal de acumulare de amestec se așază semicutia superioară (*a*). Amestecul de miez se îndeasă; excesul de amestec de pe fața superioară a ramei superioare se îndepărtează prin răzuire. Se scoate semicutia superioară (*b*) și se așază semicutia de presare mecanizată (*c*) și se presează. Exce-

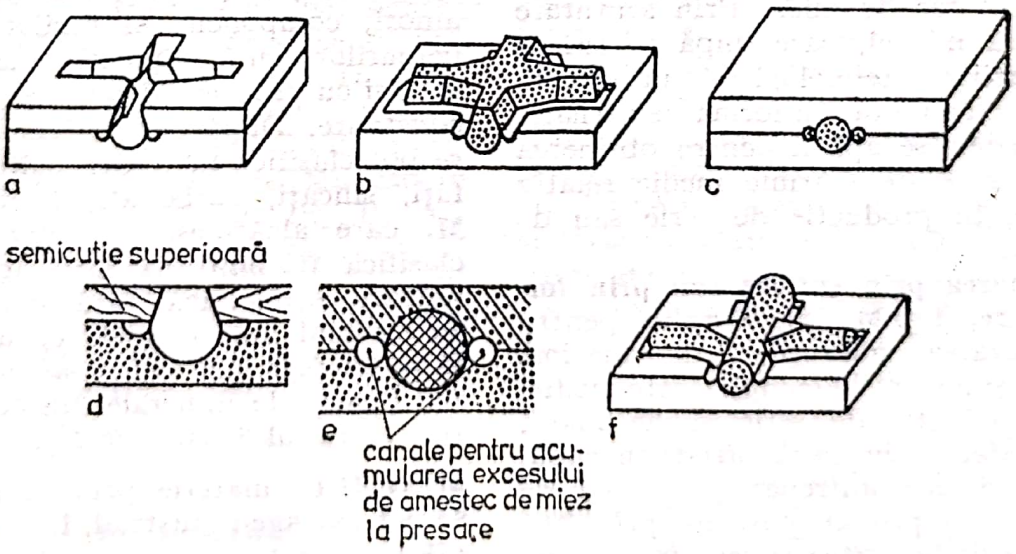



Fig. M. 36.

sul de amestec, pentru stabilizarea presiunii în limite acceptabile se deplasează în canalele de acumulare (*e*). În final, se scoate cutia superioară (*f*) și se extrage modelul. Procedeul se aplică pentru obținerea miezurilor mici și mijlocii în producție de serie.

**miezuirea prin scuturare** se realizează cu o instalație de scuturare (fig. M. 37). Cutia de miez, așezată pe

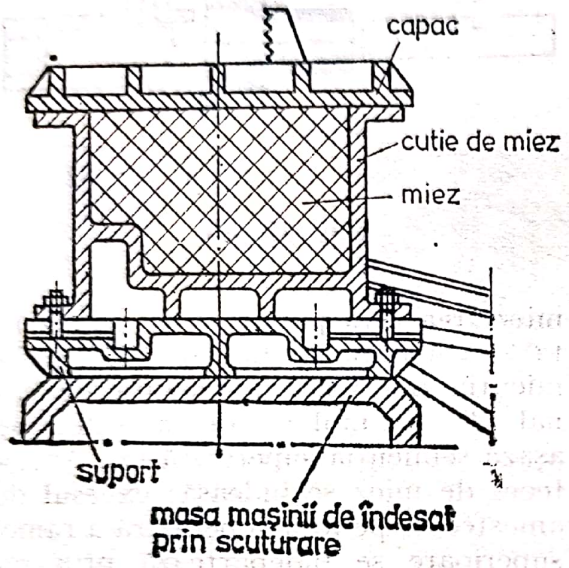



**Fig. M. 37.**

masa instalației de scuturare prin intermediul unui suport, se umple cu amestec de miez. Prin scuturare rezultă miezul, care după ce suferă operațiile tehnologice următoare poate fi montat în forma de turnare. Procedeul se aplică pentru obținerea miezurilor de mărime medie relativ mare, în producție de serie sau de masă.

**miezuirea prin suflare sau prin împușcare,** (fig. M. 38), se aplică pentru executarea miezurilor de mărime mică și medie, cu complexitate medie, în producție de serie și de masă. Amestecul de miez aflat în capul mașinii este antrenat și îndesat de aerul comprimat pătruns prin orificiile de la partea superioară cu presiune constantă (suflare) sau instantaneu mare (împușcare) prin orificiile amplasate la partea inferioară în cutia de miez. Aerul de transport a amestecului de miez este evacuat prin orificiile aflate la partea inferioară a cutiei de miez.

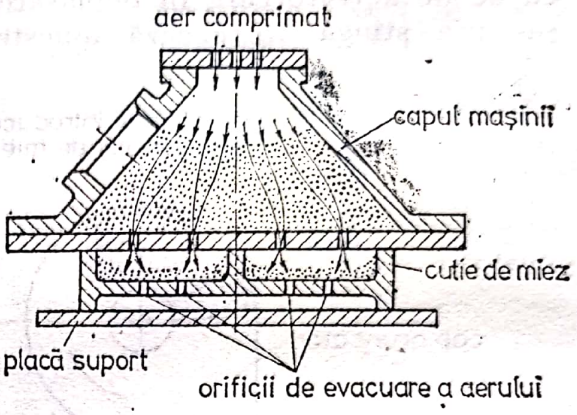



**Fig. M. 38.**

**MILLERIT,** NiS, mineral de nichel, cristalizat în sistemul romboedric, de culoare galbenă sau uneori cenușie. Conține 64,7% Ni, 1—2% Fe și pînă la 1% Cu. Are duritatea 3,5 (scara Mohs) și densitatea 5,30 kg/dm$^3$. Se găsește în R. F. Germania, Anglia, S.U.A., Canada, U.R.S.S. etc. Se folosește ca materie primă de bază în metalurgia nichelului.

**MINERAL,** corp solid, cristalizat sau amorf, component al rocilor și minereurilor, cu compoziție bine definită și cu proprietăți fizice și chimice constante. După compoziția chimică se pot clasifica în: oxizi, sulfuri, sulfați, silicați, carbonați, fosfați etc. **M.** care alcătuiesc un minereu se clasifică în *minerale utile* (care au valoare economică prin conținutul în metalul sau metalele ce urmează să se extragă din ele) și *minerale sterile* (restul de minerale din compoziția minereului considerat).

**MINEREU,** materie primă din care se pot extrage industrial, în mod rentabil, metale și aliaje, constituit dintr-o asociație de minerale. De

obicei, minereurile sînt denumite după metalul care poate fi extras economic din ele (de ex.: minereu de fier, minereu de cupru, minereu de staniu etc.). Uneori, însă, cînd conține un mineral în proporție mare, **M.** poartă numele acestuia (de ex.: hematit, magnetit, cuprit etc.). După numărul de elemente ce pot fi extrase se pot clasifica în *minereuri simple* (de fier, de aur etc.) și în *minereuri complexe* (de fier și mangan, de aur și argint etc.).

**MINEREU DE FIER,** agregat chimic sau mecanic de minerale utile ale fierului și minerale de gangă însoțitoare, constituind materia primă de bază care asigură cantitatea de fier necesară elaborării fontei în furnal. Mineralele utile ale fierului se clasifică în: oxizi (hematit, magnetit, limonit), carbonați (siderit), sulfuri (pirită, marcasită) și silicați (chamozit, thuringit). Din punct de vedere economic, ca **M. de F.** sînt considerate numai hematitul, magnetitul, limonitul și sideritul. Sterilul este un amestec de silice, alumină, oxid de magneziu și oxid de calciu, precum și alte minerale reprezentate însă mai slab din punct de vedere cantitativ. În mod frecvent predomină sterilul acid, alcătuit dintr-un amestec de silice și alumină, pentru topirea lui fiind necesar să se adauge fondanți cu caracter bazic. În alcătuirea **M. de F.** în afara mineralelor utile și sterile pot intra și alte minerale care conțin elemente dăunătoare pentru calitatea fontei (S, P, As, Cu, Zn), care îngreunează procesul tehnologic de elaborare (Ti, Pb) sau elemente utile (Ni, Mn, V, W, Mo, Cr). În țara noastră **M. de F.** se apreciază după mărimea indicatorului numit *valoarea metalurgică a minereului*, definit prin relația:

$$V_m = \frac{Fe + 0{,}5Mn}{1 + 0{,}02(SiO_2 + CaO)}, \%$$

în care Fe, Mn, $SiO_2$ și CaO reprezintă conținuturile procentuale. În cazul **M. de F.** al căror conținut de CaO este superior celui de $SiO_2$, se folosește relația: $V_m = Fe + 0{,}5\ Mn$. În funcție de valoarea metalurgică se stabilește prețul de cost al **M. de F.**; pentru furnale se folosesc **M. de F.** cu valoarea metalurgică mai mare de 45—50%.

**MINETTE** (pron. *minet*), varietate de limonit cu un conținut mediu în fier relativ scăzut (30—33%) și cu un conținut ridicat în fosfor (0,50—0,75%). Zăcăminte de **M.** se găsesc în Franța (Lorena) și în Luxemburg. Deși considerat un minereu sărac, **M.** joacă, din punct de vedere economic, un rol important în producția de fontă a Europei occidentale, date fiind rezervele extrem de mari (6—7 miliarde t).

**MOARĂ,** mașină folosită pentru mărunțirea fină, uneori pînă la forma de pulbere a materialelor solide (minereuri, cărbuni, argile, grafit etc.). După principiul de funcționare și forma pieselor care realizează măcinarea, pot fi:

**moară autogenă,** moară cu ajutorul căreia se realizează simultan sfărîmarea și măcinarea fină a minereurilor de fier. În **m. a.** sfărîmarea se realizează în urma ciocnirilor dintre granulele de minereu care au loc cu viteze foarte mari. Tipul cel mai răspîndit de **m. a.** este moara de tip Aerofall. Ea constă dintr-un tambur cu diametrul foarte mare (5—7 m) și lățimea relativ mică (1,5—2,5 m). Alimentarea cu minereu a tamburului morii se face axial. Pereții frontali ai tamburului sînt verticali și prevăzuți în interior cu deflectoare care favorizează sfărîmarea prin frecare. Tamburul, căptușit cu plăci de protecție cu nervuri care ajută la ridicarea granulelor de minereu, are la exterior, o coroană dințată prin intermediul căreia este antrenat. Viteza de ro-

tație la funcționare normală este egală cu 90—95% din viteza critică. *Moara Aerofall* se poate alimenta cu granule cu dimensiuni pînă la 900 mm, efectuînd măcinarea la cca 60—80% sub 0,074 mm. Moara macină uscat, dar poate măcina și minereu a cărui umiditate se ridică la 18%, deoarece măcinarea se poate face trecînd prin moară un curent de aer cald. Prezintă avantajul că realizează măcinarea într-o singură treaptă la un consum de energie redus și cheltuieli de întreținere mici.

**moară chiliană,** moară utilizată curent pentru sfărîmarea bulgărilor de nisip și argilă, pentru amestecarea materialelor de formare și mai rar pentru măcinarea cărbunelui sau a șamotei; a fost folosită în trecut la măcinarea și amalgamarea minereurilor aurifere. Este compusă, în principiu, dintr-o cuvă metalică, în interiorul căreia, pe un ax orizontal sînt montați doi cilindri metalici, care pot fi netezi sau unul neted și unul striat, în vederea unei mai bune sfărîmări. După modul de antrenare, pot fi: *cu cilindri rotativi* (numită și *Kollergang*) și *cu cuvă rotativă*.

**moară cu bare,** moară care folosește pentru sfărîmarea materialului solid bare de oțel. Este alcătuită dintr-un tambur din tablă de oțel de formă cilindrică sau cilindroconică, cu suprafața interioară căptușită cu materiale dure (fontă albă, oțel manganos etc.) în interiorul căruia se află încărcătura de bare, care ocupă cca 35—45% din volumul tamburului. În timpul mișcării morii, barele se rostogolesc unele peste altele, sfărîmînd între ele materialul mai mare; materialul fin scapă neatins evitîndu-se prin aceasta măcinări inutile. Diametrul barelor este de 40—100 mm, iar lungimea lor este mai mică cu 25—50 mm decît a tamburului. Lungimea morii este de 1,5—3 ori mai mare decît diametrul. Sînt folosite pentru măcinări primare, acolo unde nu se cere obținerea unui material prea fin (granulația minimă este de 0,5 mm). Capacitatea de măcinare variază în funcție de duritatea materialului, de dimensiunile materialului supus sfărîmării și ale produsului obținut (o moară cu dimensiunile de 3,0 × 4,5 m, atinge o productivitate de 160 t/h).

**moară cu bile,** moară în care sfărîmarea materialului solid se realizează cu ajutorul unor bile din oțel de diferite mărimi. Construcția sa este asemănătoare cu a morii cu bare, încărcătura de bile ocupînd 30—50% din volumul tamburului. La o anumită viteză de rotație a morii, bilele sub influența forței centrifuge se ridică la o anumită înălțime după care cad în partea de jos și prin lovire macină minereul din moară. Diametrul bilelor variază între 60—150 mm, mărimea lor influențînd substanțial asupra debitului morii. Materialul supus sfărîmării în aceste mori este cel rezultat de la morile cu bare. Finețea de măcinare a materialului este maximă atunci cînd viteza de rotație este egală cu 75% din viteza critică, iar încărcătura de bile reprezintă 50% din volumul morii. În mod frecvent, astfel de mori au lungimea de 1—1,5 ori diametrul, iar cele tubulare au o lungime de 3—6 ori diametrul.

**moară pendulară,** (fig. M. 39), moară în care sfărîmarea materialului solid are loc între cilindri în formă de pendulă și peretele morii. Constă dintr-un ax vertical central, pe care se află fixată o piesă de care atîrnă trei cilindri pendulari. Aceștia se pot roti în jurul axei lor și totodată pot oscila ca niște pendule, în jurul unor puncte aflate în partea superioară a celor trei brațe-cilindru. Datorită forței centrifuge, în timpul funcționării, cilindrii pendulari sînt aruncați spre periferie; rostogolindu-se în lungul peretelui lateral al morii, ei sfărîmă materialul prins între cilindri

Scanned with OKEN Scanner

și perete. Materialul care a ajuns la un anumit grad de finețe este evacuat prin sitele cu care este prevăzut peretele lateral. Moara este închisă într-o carcasă de tablă. Atît mantaua cilindrilor de sfărîmare cît și peretele lateral sînt fabricate din oțel dur. Diametrul cilindrilor pendulari variază între 300—400 mm, turația

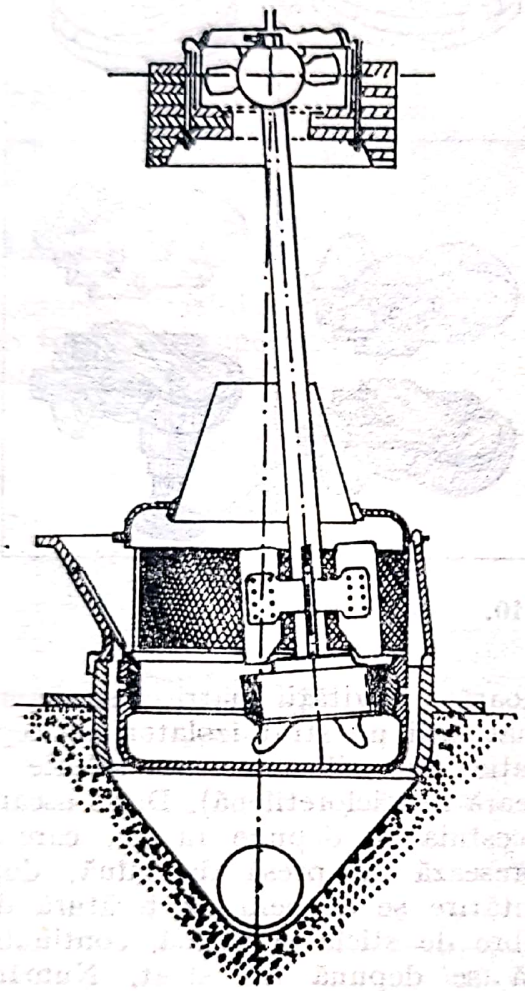


**Fig. M. 39.**

lor fiind de 60—90 rot./min. Capacitatea de prelucrare a morii (0,3—1,6 t/h) este în funcție de mărimea materialului de alimentare care, de regulă are dimensiuni sub 10 mm și de finețea materialului evacuat, care ajunge pînă la dimensiuni de 0,5 mm.

**MODEL,** element permanent (metal, lemn, rășini), temporar (gips), fuzibil (ceară) sau volatilizabil (polistiren) al garniturii de model folosit pentru realizarea cavității formei (ce reprezintă suprafața exterioară a piesei) și a rețelei de turnare și alimentare în vederea obținerii pieselor turnate. Pot folosi la formarea manuală sau la formarea mecanizată prin amplasare pe → *plăci-model* fără părți demontabile, cu o singură → *suprafață de separație a modelului.* După complexitate se încadrează în patru categorii (fig. M. 40) și pot fi: simple, de complexitate medie și complexe. **model din rășini sintetice,** model de turnătorie executat din rășini sintetice cum sînt: vinidur, rășină epoxidică, polistiren expandat și rășină poliesterică. *Modelul din vinidur* (plăci, folii, bare sau țevi) se poate utiliza la formarea manuală, iar plăcile-model executate din vinidur pentru formarea mecanizată; de asemenea, vinidurul poate servi la căptușirea modelelor de lemn în vederea creșterii rezistenței, respectiv, durabilității acestora (cutiile de miez căptușite la interior cu vinidur au durabilitate apropiată de a celor metalice). Modelele de vinidur pot înlocui modelele metalice, au rezistență mare la abraziune în timpul formării în amestec de formare, sînt foarte ușoare, prelucrarea lor se poate face în modelării pe bază de lemn, au cost mic. Au dezavantajul că sînt sensibile la temperatură înaltă. Se obțin prin deformare la cald (~ 100°C) în matriță cu cavitate ce reproduce modelul, cu prese acționate manual. Modelele de formă mai complexă se pot asambla din bucăți prin sudare sau lipire cu adezivi. *Modelul din rășină epoxidică* se obține prin turnarea acesteia în forma (metalică, de gips uscat la 105°C timp de 2—16 h funcție de mărimea modelului, de amestec de formare etc.) a cărei cavitate îl reprezintă. Rășina epoxidică în care se introduc materiale de umplutură (praf de cuarț, porțelan sau sticlă, talc, ciment, gips

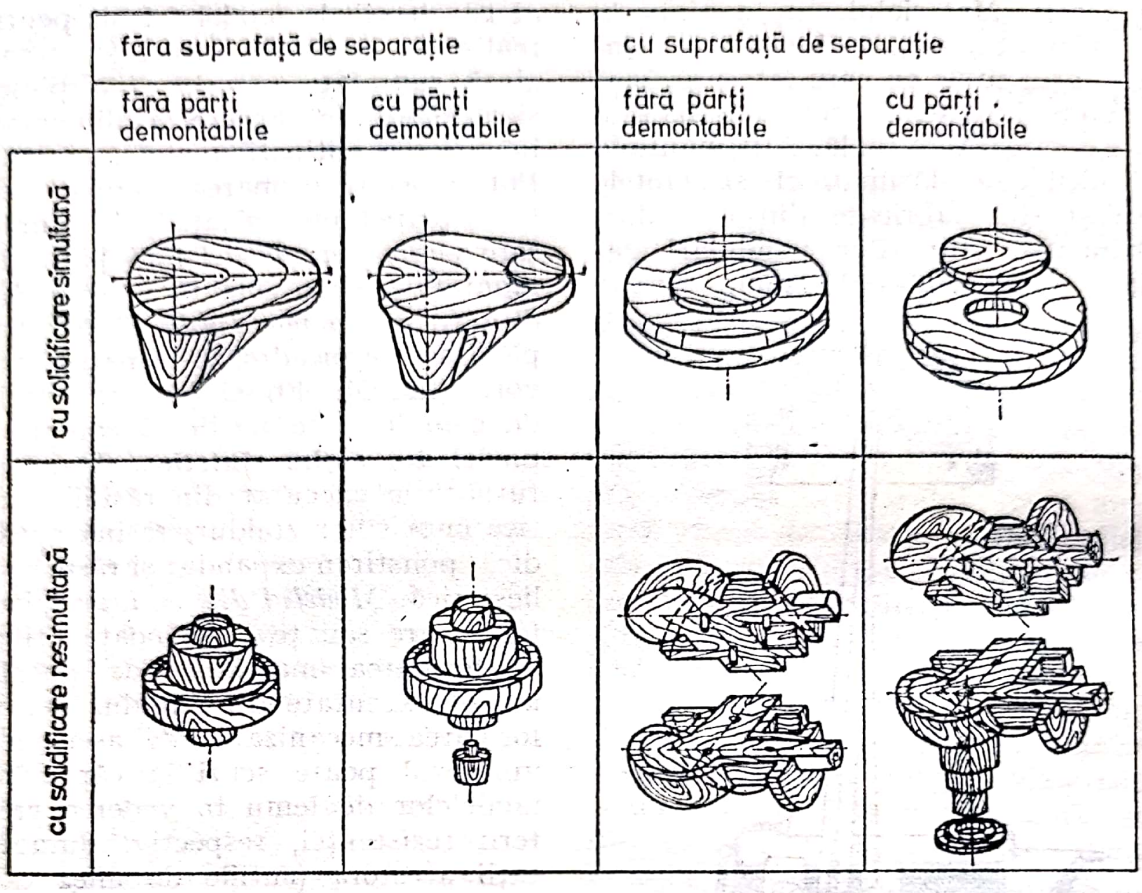
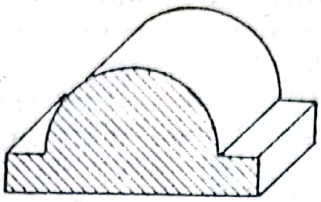
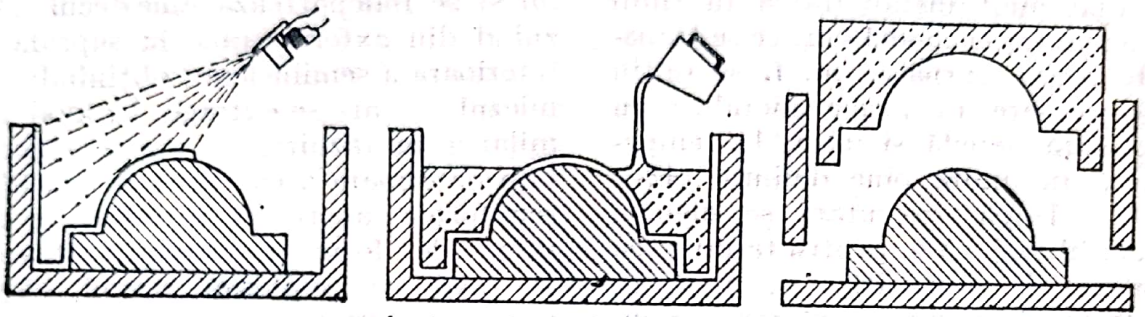



**Fig. M. 40.**

ș.a.) și materiale de întărire (fibră și țesătură de sticlă), se topește, se supraîncălzește la 80—100°C și apoi se toarnă în formă, rezultînd modelul. În fig. M. 41 se reprezintă etapele executării unui model din rășină epoxidică. *Modelul din rășină poliesterică* se execută asemănător cu cel din rășină epoxidică. Cînd rășina este consolidată cu țesătură din fibre de sticlă depuse pe pereții unei matrițe, care reproduce configurația acestuia se obține model laminat (fig. M. 42). Se execută, în special, din rășină epoxidică întărită cu poliamine alifatice (dietilamină, dietiltriamină ș.a.) sau rășină poliesterică, întărită cu peroxizi organici (peroxid de benzol și peroxid de ciclohexan). Matrița se execută din gips, lemn, metal etc. Pentru executarea modelului pe suprafața interioară a cavității matriței se depune mai întîi un strat izolator, de separație (lac siliconic sau soluție de ceară în tricloretilenă). După uscarea acestuia se depune rășina, care se presează cu presă de mînă; după întărire se acoperă cu țesătură din fibre de sticlă și rășină, continuînd să se depună alt strat. Numărul de straturi depuse depinde de mărimea, complexitatea și destinația modelului. În final, modelul se desprinde din cavitatea matriței pentru folosire.

**model fuzibil,** model de turnătorie executat din amestecuri cu temperatură joasă de topire (de obicei sub 100°C) care se evacuează din formă sub acțiunea căldurii (aer cald, apă fierbinte ș.a.). La executarea **m. f.** se folosesc o serie de compoziții care cuprind parafină, stearină, cerezină,



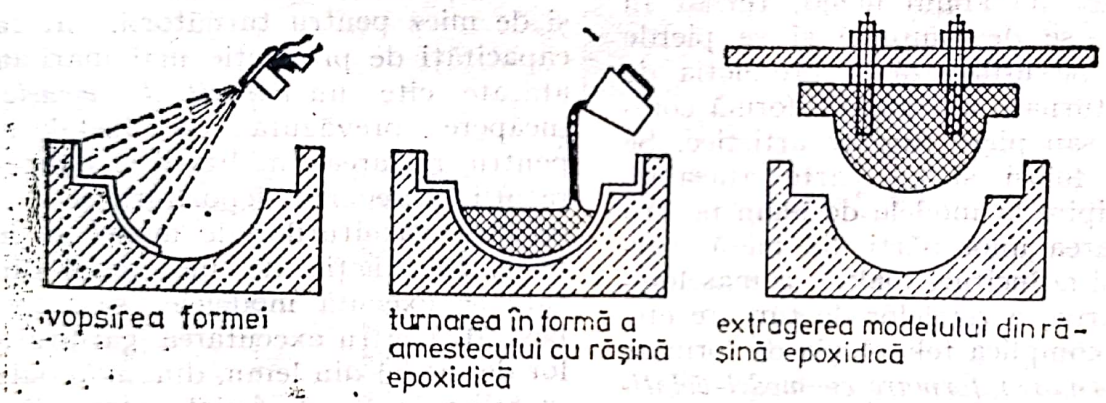




**Fig. M. 41.**

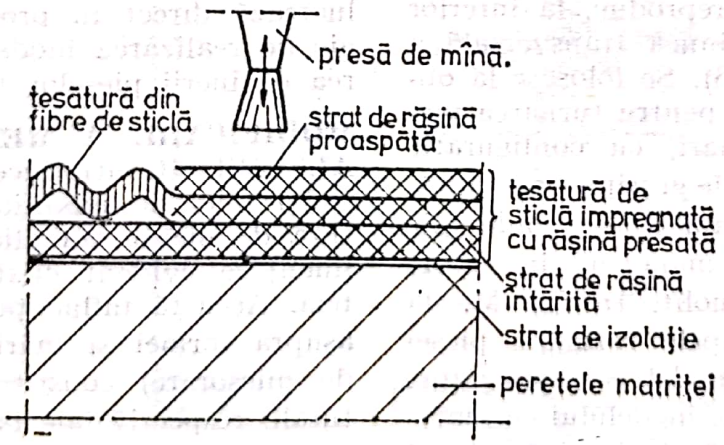



**Fig. M. 42.**

rășini naturale, colofoniu, polistiren etc. în diferite proporții. Cel mai întrebuințat este amestecul de 50% parafină și 50% stearină, cu temperatura de topire 47,5°C, $R_t = 12-17$ daN/cm² și contracție 1,5%. În ultimul timp acestor compoziții li se adaugă o serie de substanțe (de ex. ceară siberiană) pentru a micșora cît mai mult instabilitatea în timp a configurației modelului, ce se transmite piesei turnate. **m. f.** se obțin prin presare în forme metalice cu suprafață netedă și unsă, la temperatură în limite bine definite (42—44°C). După executare se mențin în aer liber 3—5 h, pentru terminarea contracției compoziției și, apoi, se păstrează la temperatură joasă, pentru a evita deformațiile.

**model volatilizabil,** model executat din polistiren expandat care sub acțiunea metalului lichid, turnat în formă, se descompune și se pierde total. Se utilizează la producția de piese turnate unicate, de formă complexă sau piese turnate artistice. Se poate folosi și ca parte atașabilă prin lipire la modele de lemn pentru realizarea unor părți din piesă (nervuri și adînciturі înalte), a maselotelor oarbe, a rețelelor de turnare etc. ce ar complica tehnologia de formare (→ *formare*) *formare cu model volatilizabil.* Un caz particular reprezintă *modelul schelet.* Acesta este compus dintr-un număr de elemente (de obicei, lemn) care reproduc, la interior și exterior, secțiunea transversală a piesei (fig. M. 43). Se folosesc la obținerea formelor pentru turnarea pieselor unicate mari, cu configurație simplă și pereți de grosime constantă. Au avantajul unui consum mai mic de materiale și manoperă în raport cu modelul monolit. În fig. M. 44 se prezintă etapele formării piesei prezentate, cu model corespunzător: se umplu golurile modelului cu amestec astfel ca să se obțină model monolit normal; jumătatea inferioară a acestuia se înglobează într-un pat tare (→ *formare, formare în solul turnătoriei*) și se elimină, prin răzuire cu șablon rectiliniu, amestecul de formare pînă la suprafața interioară a semiinelelor (*a*) după care se acoperă cu pudră de izolație; se așază semiforma schelet superioară (*b*) și se îndepărtează amestecul, răzuind din exterior pînă la suprafața interioară a semiinelelor, obținîndu-se miezul (*c*) care se extrage. În mod similar prin răzuire, se obține suprafața exterioară a cavității formei (*d*), semiforma superioară obținîndu-se cu ramă de formare corespunzătoare. În final, se montează miezul, obținîndu-se forma.

**MODELĂRIE,** atelier sau secție de producție în care se realizează și se recondiționează garnituri de model și de miez pentru turnătorii. **M.** cu capacități de producție mai mari au atașate cîte un *depozit de modele,* încăpere prevăzută cu instalație pentru reglarea umidității și temperaturii în vederea depozitării și conservării garniturilor de model și de miez. În funcție de materialul din care se execută modelele, se deosebesc **M.** pentru executarea garniturilor de model din lemn, din materiale metalice și din materiale nemetalice (rășini, ipsos, ciment etc.).

**MODELOR,** lucrător calificat care lucrează direct în procesul tehnologic de realizarea modelelor în vederea obținerii pieselor turnate.

**MODIFICARE A METALELOR ȘI ALIAJELOR,** introducere a unor cantități mici de modificatori în topitura de metal sau aliaj care să influențeze evident cristalizarea acesteia. Această influență se manifestă asupra formei și mărimii (tendință de micșorare) constituenților structurali, respectiv, ale fazelor acestora (tendință spre formă globulară) și

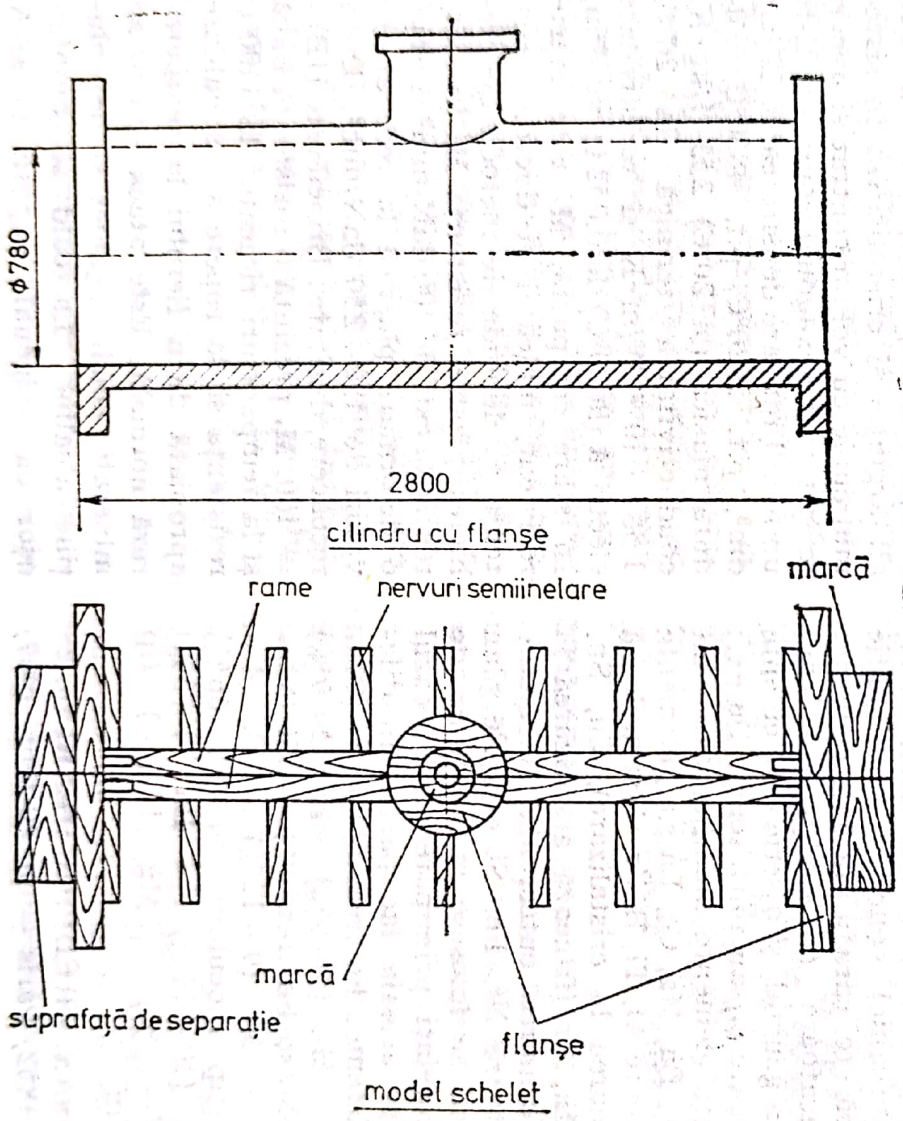



Fig. M. 43.

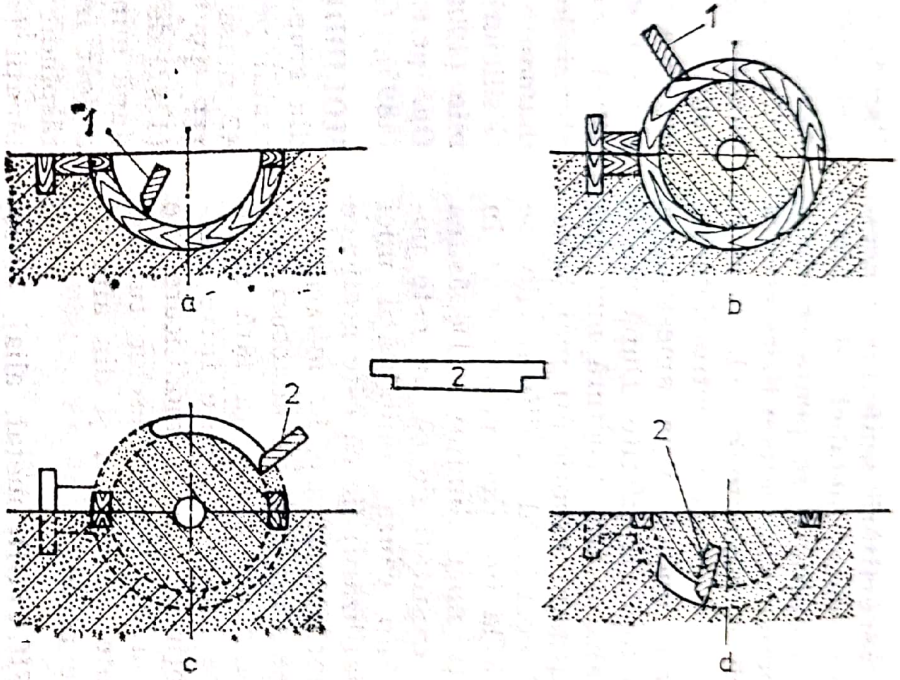



Fig. M. 44.

asupra repartizării uniforme a acestora în masa metalică de bază. Efect modificator se poate constata și acționînd prin metode fizice asupra topiturii (prelucrare cu ultrasunete, prin aplicare de cîmp electromagnetic ș.a.) sau, uneori, prin amestecarea a două topituri diferite. După modificare aliajul are structură mai fină și ca urmare proprietăți mai bune. Efectul pozitiv al modificatorilor se constată la introducerea acestora în cantități mici, limitate. Depășirea acestor cantități fie că nu este posibilă (din cauza solubilității mici sau volatilizării) fie că este neeficace sau chiar dăunătoare. La *microaliere* creșterea cantității de adaosuri conduce la aliere obișnuită fără să se constate limite evidente între efectele obținute, ca la modificare. Se aplică la obținerea pieselor turnate din fonte, siluminuri și din alte tipuri de aliaje.

**MODIFICATOR,** metal, aliaj, amestec (mecanic) complex, combinație chimică etc. care în afară de elemente modificatoare *(→ modificare)* conține, în general, și o serie de elemente ajutătoare și/sau purtătoare. De ex.: la fonte elemente modificatoare sînt Ca, Sr, Ba, Mg, Ce, La ș.a., elemente ajutătoare Al, Ti, B, Zr, C (stimulează germinarea la cristalizare), Cu, Sn, Sb, Mn, Cr (frînează grafitizarea la transformarea eutectoidă), elemente purtătoare Ni, Fe, Si etc. Pe plan mondial se folosesc multe tipuri de **M.** protejați prin patente. În cazul fontelor aceștia fac parte din diferite sisteme: Fe (rest %) — Si (60—65%) — Mn (5—7%) — Zn (5—7%) [tip SMZ]; Fe (rest %) — Si (60—65%) — Mn (9—12%) — Ba (4—6%) [tip inoculoy]; Si (62—66%) — Ca (10—14%) — Ba (1—3%) Al (7—12%) — Mg (1—2%) [tip Modifin] ș.a.

**MOISSAN, FRÉDERIC HENRI** (n. 28 sept. 1852, Paris — m. 20 febr. 1907, Paris), chimist francez. Profesor la Universitatea din Paris. Membru al Academiei Franceze de Științe. Contribuții fundamentale în domeniul chimiei temperaturilor înalte. A inventat (1892) cuptorul electric cu arc și a obținut abrazivi pe bază de carburi și nitruri metalice, punînd astfel bazele fabricării industriale a abrazivilor de sinteză. A obținut diamante pe cale artificială, boruri și siliciuri. Premiul Nobel pentru chimie (1906).
**Op. pr.:** *Reproduction du diamant* (1893), *Carbure de calcium* (1900).

**MOLIBDEN,** Mo, element metalic din grupa a VI-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 42, masa atomică 95,94, valența II, III, IV, V, VI. A fost descoperit (1782) de P. J. Hjelm, fiind denumit după minereul (molibdenita) din care a fost izolat. În natură se găsește răspîndit numai sub formă de combinații (sulfuri, oxizi). Are culoarea alb-argintie și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și uneori în sistemul hexagonal compact. Este un metal rar; are densitatea 10,22 kg/dm³, p.t. 2620°C, p.f. 4830°C, căldura masică (la 20°C) 255 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $1{,}381 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) de 0,052 Ω·mm²/m. În stare compactă, **M.** este foarte rezistent, maleabil și ductil. Rezistența sa depinde de metoda de prelucrare; astfel rezistența **M.** în stare recoaptă este de 100 daN/mm² și după o deformare plastică la rece atinge valori de 180—250 daN/mm². După recoacere, duritatea Brinell este HB = = 160. **M.** prezintă o rezistență bună și la temperaturi ridicate; la 1100°C rezistența sa la rupere are o valoare apropiată de a fierului la temperatură normală. Este atacat de acizii minerali, acizii organici și de soluțiile alcaline. La cald se combină ușor cu oxigenul, vaporii de apă

Scanned with OKEN Scanner

halogenii etc., formînd numeroase combinații. Industrial se obține sub formă de pulbere de culoare închisă; aceasta prin presare și sinterizare este transformată în blocuri care se supun la prelucrare prin deformare plastică, obținîndu-se semifabricate (țagle, bare, table, sîrme). Se utilizează la producerea aliajelor cu proprietăți speciale (aliaje pentru magneți, aliaje pentru arcuri de ceasornic, aliaje rezistente la coroziune), la fabricarea tuburilor electronice, a lămpilor cu incandescență și a conductorilor electrici pentru încălzire.

*METALURGIA MOLIBDENULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea acestuia. Metalurgia molibdenului a început să se dezvolte la sfîrșitul sec. XIX. Pentru producerea molibdenului se folosesc în special, molibdenitul și wulfenitul; se mai utilizează powelitul și molibditul. Procedeele folosite urmăresc, în prima fază, obținerea trioxidului de molibden, $MoO_3$, din care după reducere cu hidrogen, rezultă molibdenul. Molibdenitul se prăjește oxidant la 500—550°C, în cuptoare polietajate. Din concentratul prăjit, se separă trioxidul de molibden prin dizolvare în hidroxid de amoniu. Soluția obținută se supune unei operații de evaporare în timpul căreia cristalizează polimolibdatul de amoniu. Prin calcinarea la 450°C a cristalelor formate rezultă trioxidul de molibden care se introduce într-un cuptor tubular pentru reducere. Operația se realizează în două etape: la 600—700°C are loc reducerea $MoO_3$ la $MoO_2$ și la 950—1100°C se obține molibdenul metalic. În urma reducerii rezultă pulbere de molibden din care, prin presare și sinterizare se confecționează bare. Sinterizarea are loc, la început, la 1100—1300°C în curent de hidrogen și, apoi, se ridică temperatura de sinterizare la 2200°C. În unele cazuri se aplică o topire a molibdenului presat în cuptoare electrice cu arc în vid sau o topire într-un cuptor cu plasmă.

**MOLIBDENIT,** $MoS_2$, sulfură de molibden, cristalizat în sistemul hexagonal. Are duritatea 1—1,5 (scara Mohs) și densitatea 4,6—4,9 kg/dm³. Prezintă culoarea gri-albăstruie. Conține uneori urme de Au, Ag și cantități infinitezimale de reniu. În țara noastră se întîlnește la Baia-Borșa, Teregova, Sasca Montană, Săvîrșin, Băița (jud. Bihor), Baia Sprie, Zlatna. Se cunosc zăcăminte și în R. S. C., R. D. Germană, Norvegia, S.U.A., Australia, Namibia etc. Este cea mai importantă materie primă pentru producerea molibdenului și a aliajelor sale.

**MOLIBDIT,** $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 7H_2O$, molibdat de fier, denumit și *ferrimolibdit*, cristalizat în sistemul ortorombic. Are duritatea 3 (scara Mohs) și densitatea 4—4,5 kg/dm³. Prezintă luciu mătăsos, iar culoarea este albicioasă pînă la galben cenușiu. Se găsește alături de molibdenit în R. D. Germană, Suedia, Norvegia, S.U.A. Se folosește ca minereu de molibden.

**MOLIFTAN,** produs obținut din leșiile bisulfitice, prin filtrare, tratare cu $H_2SO_4$ și concentrare. Este solid, negru, plastic, are densitatea min. 1,5 kg/dm³ și conține min. 80% substanțe uscate și max. 15% cenușă în substanțe uscate. Se folosește în turnătorii pentru prepararea leșiei sulfitice, prin adăugare controlată de apă.

**MONAZIT,** [$Ce(PO_4)$ sau (Ce, La, Nd, Sm...) $PO_4$], fosfat complex de ceriu, lantan și alte lantanoide în amestec cu oxid de toriu $ThO_2$, în proporție de 5—10%. Are culoarea roșie, brună, dar mai ales galben-mur-

Scanned with OKEN Scanner

dar. Cristalizează în sistemul monoclinic și are densitatea 4,9—5,5 kg/dm³. Este mineral stabil din punct de vedere chimic, fiind întîlnit în depuneri aluvionare alături de alte minerale (ilmenit, zircon, rutil etc.). În cantități mari se găsește în: Brazilia, Ceylon, S.U.A., Madagascar etc.

**MONEL,** aliaj pe bază de nichel cu cupru, obținut direct din minereu sau pe cale sintetică din cele două metale componente. În principiu se utilizează un minereu care conține de două ori mai mult nichel decît cupru. Producerea acestui aliaj direct din minereu se realizează prin procedee specifice metalurgiei cuprului și nichelului. Conține: 66—68% Ni, 27—30% Cu și 1,0—1,5% Fe. Are culoarea albă, densitatea 8,80 kg/dm³ și p.t. 1360°C. Este un aliaj monofazic, structura sa fiind formată din soluție solidă $\alpha$ de cupru și nichel. Posedă bune proprietăți de deformare plastică la cald și la rece asociate cu o rezistență remarcabilă la coroziune. Ca urmare, se poate lamina, forja sau extruda și de asemenea turna sub formă de piese. Rezistă la gaze agresive, atmosferă umedă, soluții apoase de săruri sau alcalii și la acizi organici. În funcție de procedeul de prelucrare (turnare, laminare la cald sau la rece), principalele sale caracteristici mecanice variază în următoarele limite: rezistența de rupere la tracțiune 40—85 daN/mm²; alungirea 3—40% și duritatea $HB = 100—230$. Adaosuri de 2,75—4,0% Al sau de 3,5—4,0% Si fac posibilă durificarea aliajului prin tratamentul de călire și revenire, fără a-i micșora rezistența la coroziune. Se poate obține în acest caz o duritate de $HB = 270—350$ și o rezistență de rupere la tracțiune care poate ajunge pînă la 100 daN/mm². Se folosește în construcția de utilaj chimic, la aparate, pentru instrumente medicale. Deoarece se sudează bine, se mai utilizează și la fabricarea electrozilor de sudură. Se livrează sub formă de semifabricate (tablă, benzi, sîrmă, profile etc.).

**MONTICELIT,** $CaMgSiO_4$, mineral de magneziu și calciu, în care uneori magneziul poate fi înlocuit cu fier și mangan. Cristalizează în sistemul ortorombic și are densitatea 3,2 kg/dm³. Se găsește în Italia, S.U.A., U.R.S.S. etc. Este prezent sub formă de constituent mineralogic în unele zgure rezultate din anumite operații metalurgice (de ex.: în zgura formată la elaborarea oțelurilor, se prezintă sub forma unor cristale alungite de culoare cenușiu-deschisă).

**MORTAR REFRACTAR,** produs refractar în stare pulverulentă utilizat la confecționarea căptușelii cuptoarelor pentru legarea cărămizilor refractare și umplerea rosturilor dintre acestea. Trebuie să îndeplinească aceleași caracteristici ca și produsele refractare cu care vine în contact: rezistență mare după ardere, să asigure etanșeitate la gaze și să prezinte contracție redusă după uscare și ardere. În timpul încălzirii căptușelii, umiditatea mortarului se evaporă și la 800°C începe procesul de ardere. În faza de ardere, mortarul reacționează cu cărămizile vecine legîndu-le una de alta și formînd un monolit. Pentru zidăria din produse de șamotă, **M. R.** conține 60—70% șamotă (praf) și 30—40% pulbere de argilă refractară. După formarea unui amestec omogen, materialul se umezește cu apă, atît cît este necesar pentru a se obține o pastă groasă, semigroasă sau fluidă. Pentru cărămizile de silica, mortarul se prepară din 85—90% praf de silica și 10—15% argilă refractară. La cărămizile de magnezită sau de cromomagnezită, mortarul nu se amestecă cu apă, ci cu gudron deshidratat; se folosește la 60—80°C.

Scanned with OKEN Scanner

**MOTTRAMIT,** Pb (Cu, Zn) [$OH/VO_4$], vanadat de plumb, cupru și zinc, denumit și *cuprodescloizit*, de culoare verde-oliv. Se găsește în Mexic, Anglia la Mottram (de unde a primit și numele), Namibia. Minereu cu **M.** se folosește, în special, ca minereu de vanadiu.

**MULLIT,** $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, formă alotropică naturală a silicatului de aluminiu care cristalizează în sistemul ortorombic. Se întîlnește în rocile bazaltice din insula Mull (Anglia) de unde îi derivă numele. Prezintă remarcabile proprietăți refractare, topindu-se la cca 1800°C. Rezistă la acțiunea acizilor, bazelor și chiar a acidului fluorhidric prezentînd în același timp o bună rezistență mecanică. Se obține în urma transformării sillimanitului, la 1600°C. Din rocile bogate în andaluzit, disten și sillimanit se pot produce prin calcinare produse refractare mulitice, turnate, de calitate superioară.

**MUSCOVIT,** $KAl_2[(OH, F)_2 AlSi_3O_{10}]$, mică cristalizată în sistemul monoclinic, prezentînd cristale sub formă de lamele prismatice sau romboidale. În general, incolor, alb uneori galben, gri, verzui, brun sau violet, prezintă luciu metalic cu aspect sidefos. Este moale, flexibil și elastic. Are duritatea 2,0—2,5 (scara Mohs) și densitatea 2,76—3,0 kg/dm³. În țara noastră se găsește sub forma unor lamele groase la Voineasa (Rîmnicu Vîlcea), Băuțar (Hațeg), Voislova și Măgura (Caransebeș). **M.** de la Voineasa prezintă următoarea compoziție chimică: 44,62—45,44% $SiO_2$; 0,23% $TiO_2$; 36,50—36,66% $Al_2O_3$; 1,04—5,10% $Fe_2O_3$; 1,22% FeO; 0,22—0,39% CaO; 0,65—1,01% MgO; 0,57—1,73% $Na_2O$; 9,87—9,97% $K_2O$; 3,71—4,72% $H_2O$ și 0,05% F.

Scanned with OKEN Scanner

# N

**NATRIU, SODIU.**

**NĂMOL ROȘU,** deșeu rezultat din procesul de fabricare a aluminei, ca urmare a faptului că materia primă — bauxita — conține pe lîngă $Al_2O_3$ și alte minerale. Sînt formate dintr-un amestec de constituenți minerali ca: hematit, cuarț, calcit, rutil, argilă și alumină. Prezintă culoarea roșie datorită hematitei, al cărei conținut poate să ajungă pînă la 45—50%. Datorită constituenților minerali **N. R.** conține apă de constituție (aprox. 10%). Valorificarea **N. R.** în metalurgie nu este soluționată satisfăcător din punct de vedere tehnico-economic din care motiv se aruncă în mare sau se depune în halde.

**NEFELIN,** $KNa_2(AlSiO_4)_4$, mineral de sodiu, potasiu și aluminiu; cristalizează în sistemul hexagonal și prezintă culoarea albă și gri; uneori, este incolor. Are densitatea 2,6 kg/dm³ și duritatea 5—6 (scara Mohs). Este utilizat în industria ceramică, la fabricarea sticlei și în metalurgia aluminiului.

**NEGRESCU, TRAIAN** (n. 1900, Craiova — m. 1960, București), inginer metalurg român. Profesor la Institutul politehnic din București. Membru al Academiei R.P.R. A pus bazele analizei spectrografice. Împreună cu C. Benediks și A. Westgren a stabilit compoziția și structura carburilor de crom din oțelurile aliate. Contribuții la studiul determinării capacității de desulfurare a zgurelor de furnal, a capacității oxidante a zgurelor din cuptoarele de elaborare a oțelurilor.

**NEGRU DE FUM,** carbon amorf obținut pe cale artificială prin arderea incompletă a unor compuși organici: gaz metan, gaz de sondă, produse petroliere, substanțe vegetale etc. În metalurgie, **N. de F.** se formează în cazul arderii incomplete a combustibililor sau la temperaturi joase, datorită descompunerii oxidului de carbon din atmosfera gazoasă a unor cuptoare (furnal, cuptor cu cuvă pentru producerea buretelui de fier etc.).

**NEUMPLERE,** defect sub formă de adînciturі și goluri în configurația produselor laminate și trase sau sub formă de ovalizări la profilele rotunde. Apare datorită insuficienței de material la trecerea prin calibre și matrițe sau filiere.

**NICHEL,** Ni, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 28, masa atomică 58,71, valența II, III, IV. A fost descoperit (1751) de A. F. Cronstedt. În natură se găsește sub formă de combinații (nichelină, garnierit). Metal de culoare alb-cenușie, cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate (Ni β). În afara acestei forme alotropice stabile mai există și Ni α, formă alotropică instabilă care cristalizează în sistemul hexagonal. Poate fi caracterizat ca un material fero-

Scanned with OKEN Scanner

magnetic cu conductibilitate electrică scăzută. Are densitatea 8,90 kg/dm³, p.t. 1455°C, p.f. 2840°C, căldura masică (la 20°C) 469 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}607 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,0735 Ω·mm²/m. Posedă o rezistență mecanică apreciabilă și o plasticitate mare, proprietățile mecanice fiind influențate de procedeul de prelucrare la care a fost supus, astfel: rezistența de rupere la tracțiune 75—90 daN/mm² (deformat plastic) și de 40—50 daN/mm² (recopt), alungirea $\delta = 2-4\%$ (deformat plastic) și 35—40% (recopt), rezistența la oboseală la $10^7$ cicluri 29 daN/mm² (deformat plastic) și 17 daN/mm² (recopt), duritatea $HB = 200$ (deformat plastic) și 70—90 (recopt). Unele impurități ca fierul, cobaltul și siliciul măresc rezistența mecanică a **N.**, micșorîndu-i plasticitatea. Sulful provoacă fragilitatea **N.** la cald și împiedică prelucrarea lui prin deformarea plastică. Din punct de vedere chimic este un metal puțin reactiv. În aer liber nu se oxidează deloc, iar prin încălzire pînă la 500° C se acoperă cu un strat subțire de oxid care îl protejează la coroziune. Nu este corodat de apa obișnuită, soluții alcaline și de multe substanțe anorganice sau organice. Este atacat de acidul azotic diluat dar prezintă pasivitate la acidul azotic concentrat. La cald se combină energic cu halogenii. Industrial se produce în mai multe variante: *nichel pur* (99,99% Ni + Co) obținut pe cale electrolitică și utilizat la elaborarea unor aliaje cu proprietăți speciale, *nichel tehnic* (99,8—98,7% Ni + Co) folosit ca element de aliere pentru elaborarea oțelurilor speciale și *nichel catod* (99,5% Ni + Co) folosit la băile pentru nichelare. Fiind rezistent la oxidare, este utilizat la fabricarea unor utilaje și aparate în industria chimică.

*METALURGIA NICHELULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea în semifabricate a acestuia. S-a dezvoltat industrial începînd din sec. XIX. Mineralele cele mai utilizate pentru extragerea nichelului sînt: garnieritul, pentlanditul, milleritul. Din punct de vedere al constituenților mineralogici pe care îi conțin se folosesc minereuri sulfuroase și minereuri oxidice. Ambele categorii prezintă un caracter complex; pe lîngă nichel minereurile mai conțin și alte metale ca: Pb, Cu, Co. Nichelul se obține pe cale pirometalurgică sau hidrometalurgică prin procedee de extracție aplicate atît minereurilor sulfuroase cît și minereurilor oxidice. Tehnologia de producere a nichelului din minereuri sulfuroase prevede ca în prealabil acestea să fie supuse unor operații de preparare (separare magnetică și flotare, urmărind îndepărtarea sterilului și creșterea conținutului de nichel) urmate de aglomerare (pe bandă Dwyght-Lloyd sau Dwyght-Lloyd Schlipenbach) și topire pentru obținerea matei (în cuptor cu vatră, cuptor Water-Jacket sau în cuptor electric). Se obține o mată săracă în nichel (rohstein), care se introduce într-un convertizor orizontal (identic celui pentru convertizarea matei de cupru) de unde, în urma operației de convertizare, rezultă o mată bogată în nichel (feinstein). Din această mată nichelul brut poate fi extras prin procedeele: Hybinette, Mond-Carbonil și Orford. Tehnologia de extragere a nichelului din mată, prin **procedeul Hybinette** comportă următoarele operații: prăjirea oxidantă a matei, solubilizarea cu $SO_4H_2$, separarea prin filtrare a NiO de CuO și reducerea NiO în cuptoare electrice. După prăjirea oxidantă a matei, pentru transformarea sulfurilor de cupru și nichel în oxizi, se face tratare cu $SO_4H_2$, la 70—80°C, în scopul trecerii în soluție a oxidului

de cupru care se separă prin filtrare de oxidul de nichel. Materialul rezultat conținînd 60% Ni și 20% Cu se introduce într-un cuptor electric unde are loc o topire reducătoare pentru obținerea nichelului. Nichelul brut cu un conținut de 18% Cu se rafinează electrolitic pentru îndepărtarea cuprului și a altor impurități. **Procedeul Mond-Carbonil** folosește pentru extragerea nichelului din mată oxidul de carbon. Mata se prăjește oxidant, la 700—800°C, pentru transformarea sulfurilor de nichel și cupru în oxizi. După reducerea cu hidrogen a acestor oxizi rezultă un amestec de cupru-nichel care se încălzește la 80°C într-un curent de CO. Nichelul se volatilizează sub formă de tetracarbonil de nichel ($Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$). Gazul rezultat este trecut într-o cameră de disociație unde disociază la temperatura de 180—200°C, iar nichelul obținut se depune sub formă de pulbere. Cuprul rămas se recuperează prin topire reducătoare urmînd a fi turnat în lingouri. Prin **procedeul Orford** se extrage nichelul brut din mată prin separarea sulfurii de cupru și nichel, cu ajutorul sulfurii de sodiu, produsele rezultate urmînd a fi prelucrate în continuare pentru obținerea cuprului și nichelului. Mata se topește împreună cu sulfura de sodiu într-un cuptor cu vatră, rezultînd două sulfuri complexe: $Ni_3S \cdot Na_2S$ și $Cu_2S \cdot Na_2S$. Cele două sulfuri nu sînt solubile și formează două straturi distincte, sulfura de nichel și sodiu alcătuind stratul inferior. După separare și solidificare sulfura de sodiu și nichel se tratează cu o soluție de $SO_4H_2$ pentru solubilizarea sulfurii de sodiu. Sulfura de nichel, insolubilă, este supusă unei operații de prăjire oxidantă pentru obținerea oxidului de nichel care, în continuare, se reduce la 900°C sau 1400°C, rezultînd nichel în stare solidă (praf) sau nichel topit. Sulfura de cupru și sodiu obținută în prima fază este utilizată pentru valorificarea cuprului. Tehnologia de extragere a nichelului din minereurile oxidice este asemănătoare tehnologiei de prelucrare a minereurilor sulfuroase. Mai întîi minereurile se amestecă cu un fondant și se brichetează fără liant sau se aglomerează pe bandă. Urmează o topire sulfurantă într-un cuptor Water-Jacket rezultînd mată săracă în nichel, din care prin operația de convertizare într-un convertizor orizontal, se obține mata bogată. Prin prăjire oxidantă, în cuptoare polietajate sau în strat fluidizat, la 700—800°C se obține oxid de nichel. În continuare prin reducerea oxidului de nichel la 900°C sau 1400°C rezultă nichel în stare solidă sau lichidă. La extragerea pe cale hidrometalurgică se folosește foarte des procedeul prin care se urmărește punerea în soluție a nichelului din concentrat, prin tratarea acestuia cu o soluție de amoniac și carbonat de amoniu. Introducînd în soluție vapori de apă, precipită carbonatul de nichel care apoi se calcinează, rezultînd oxid de nichel. În urma reducerii oxidului de nichel se obține nichelul brut. Nichelul brut obținut prin metode pirometalurgice sau hidrometalurgice conținînd 3—5% impurități (Cu, Co, Fe) se toarnă sub formă de plăci groase și se supune rafinării electrolitice. La anod se montează plăcile de nichel brut iar la catod table subțiri de nichel rafinat. Ca electrolit se folosește o soluție de sulfat de sodiu și acid boric. Odată cu dizolvarea nichelului din anod în electrolit trec și impuritățile care se pot depune la catod concomitent cu nichelul. Pentru a evita această trecere spațiul anodic este separat de spațiul catodic printr-o diafragmă de pînză. Electrolitul din spațiul anodic, numit anolit, pe măsură ce se impurifică este evacuat și trecut printr-o instalație pentru

Scanned with OKEN Scanner

recuperarea cuprului, fierului și cobaltului. Simultan la catod se adaugă electrolit proaspăt. *Nichelul electrolitic* obținut conține 99,8—99,9% Ni.

**NICHELARE,** acoperire a metalelor sau aliajelor cu un strat superficial de nichel pentru protecția anticorosivă. Acoperirea se realizează prin electroliza de ex.: a unei soluții compusă din sulfat de nichel, clorură de nichel și acid boric. Obiectele metalice pentru nichelat sînt legate la catod, anodul fiind o placă de nichel pur. Pentru obținerea unui strat aderent, fără umflături, în electrolit se adaugă apă oxigenată sau azotați. **N.** se aplică obiectelor sau pieselor din oțel, aliaje de cupru, aliaje de zinc etc. În cazul obiectelor din oțel, rezultate bune se obțin după ce au fost acoperite în prealabil cu un strat de cupru.

**NICHELBOR,** feroaliaj cu un conținut de cca 10% B, folosit la aliera oțelurilor cu nichel și cu bor. Se produce prin metoda aluminotermică, fie în cuptoare electrice cu căptușeală bazică sau cu căptușeală carbonică, fie în cuve de reacție. Încărcătura cuptorului constă din oxid de nichel, acid boric (cu 52—55% $B_2O_3$ și 40—45% apă de cristalizare), minereu de bor (minereu cu borax, colemanit, boracit, ascharit) și pulbere de aluminiu. După terminarea reacției aluminotermice se introduce amestecul pentru depunerea picăturilor de aliaj, care constă din oxid de nichel, pulbere de aluminiu și var. Șarja se menține sub curent încă 20—30 min, după care se decuplează cuptorul și se lasă aliajul să se răcească timp de 20 min.

**NICHELINĂ,** aliaj de cupru, nichel și mangan cu un conținut de 67% Cu, 30% Ni și 3% Mn. Are p.t. 1180°C și rezistivitatea electrică 0,40 $\Omega \cdot mm^2/m$. De obicei se livrează sub formă de sîrmă. Se utilizează la confecționarea rezistențelor electrice.

**NICONEL,** aliaj de Ni cu 19,5—23,5% Cr, 1,5—3% Cu, 38—46% Ni, 25—35% Mo, 0,6—1,2% Al, rest % Fe. Se utilizează pentru executarea recipientelor în vederea păstrării acizilor fosforic și sulfuric și a soluțiilor calde de sodă caustică.

**NICOVALĂ,** sculă folosită pentru sprijinul materialului metalic în timpul operației de forjare. Ca formă și dimensiuni se deosebesc: nicovala pentru forjare manuală și nicovala pentru forjarea mecanică. *Nicovala pentru forjare manuală* (fig. N. 1)

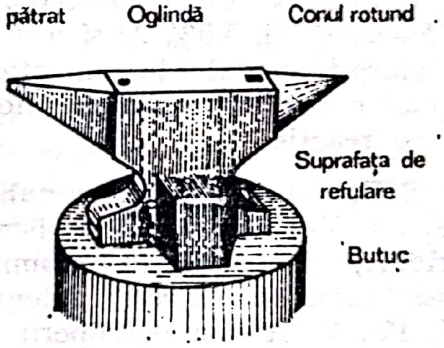



**Fig. N. 1.**

se confecționează din oțel cu 0,40% C, care se supune unui tratament termic de călire, în vederea obținerii unei durități superficiale $HB = 300$. Are o greutate de 100—200 kg și se amplasează pe un butuc din lemn pentru amortizarea șocurilor. O astfel de nicovală este formată din suprafața de lucru (constă din oglindă și cele două conuri) suprafață de refulare, două găuri și suprafață de sprijin. Conurile servesc pentru operațiile de îndoire, cu și fără colț. Gaura rotundă este folosită în operațiile de găurire, iar cea pătrată pentru fixarea diverselor scule (rotunjitor, daltă etc.).

**NIKROTHAL,** aliaj de nichel, crom și fier, al cărui conținut de nichel variază de obicei între 20 și 80%.

Scanned with OKEN Scanner

folosit în electrotehnică, ca material cu rezistivitate ridicată. Produs de fabricație al uzinelor Kanthal (Suedia), **N.** 50 conține: 50% Ni, 18% Cr și 32% Fe. Are densitatea 8,1 kg/dm³, p.t. 1390°C, rezistența de rupere la tracțiune cuprinsă între 63 și 78 daN/mm² și rezistivitatea electrică (la 20°C) 1,10 $\Omega \cdot mm^2/m$. Se recomandă a fi utilizat pînă la temperaturi de 1125°C. Poate fi sudat și cositorit.

**NIMONIC,** aliaj de nichel, crom, cobalt, molibden, titan și aluminiu care prezintă caracteristici superioare din punct de vedere al refractarității și rezistenței la fluaj. Conține: 15% Cr, 15—20% Co, 3,5—5,0% Mo, 1,75—4,0% Ti, 5,0% Al și rest % Ni. Se folosește mai ales la confecționarea paletelor pentru turbinele motoarelor cu reacție.

**NIOBIU,** Nb, element metalic din grupa a V-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 41, masa atomică 92,906, valența II, III, IV, V. A fost descoperit (1801) de C. Hatchett. Din cauza asemănării cu tantalul a primit denumirea de **N.,** amintind de nimfa Niobe fiica zeului Tantal (personaje din mitologia greacă). Este răspîndit în minereuri complexe și asociat cu tantalul. În stare compactă are culoarea alb-argintie și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, fără a prezenta și alte forme alotropice. Prezintă o conductibilitate electrică ridicată și face parte din categoria metalelor supraconductibile, rezistivitatea sa electrică ajungînd la zero la temperatura de —263,8°C. Are densitatea 8,58 kg/dm³, p.t. 2470°C și p.f. 3300°C. Posedă proprietăți mecanice bune. În stare compactă la temperatura obișnuită este stabil față de acțiunea oxigenului din aer; la cald reacționează cu halogenii, azotul, carbonul etc. formînd diverse combinații chimice. Este rezistent la acțiunea acizilor minerali diluați, fiind atacat de un amestec de acid fluorhidric și acid azotic. **N.** metalic se obține sub formă de pulbere care apoi este compactată. Este utilizat în radiotehnică, la producerea aparatelor cu raze X etc. Cea mai mare cantitate de **N.** se produce sub formă de feroaliaj și este utilizat la elaborarea oțelurilor. Adaosuri mici de **N.** ridică foarte mult rezistența oțelurilor și ușurează prelucrarea lor. Se folosește și pentru stabilizarea structurii oțelurilor inoxidabile cu crom. Se mai utilizează la elaborarea unor aliaje speciale termorezistente folosite în construcția rachetelor sau a avioanelor supersonice. Carbura de niobiu avînd o duritate foarte mare intră în componența unor aliaje dure presate și sinterizate care se folosesc la confecționarea unor scule așchietoare.

**NIPLU,** piesă cilindrică sau biconică din grafit, prevăzută cu filet care permite îmbinarea, prin înșurubare, a doi electrozi. Poate fi de formă cilindrică sau conică (fig. N. 2).

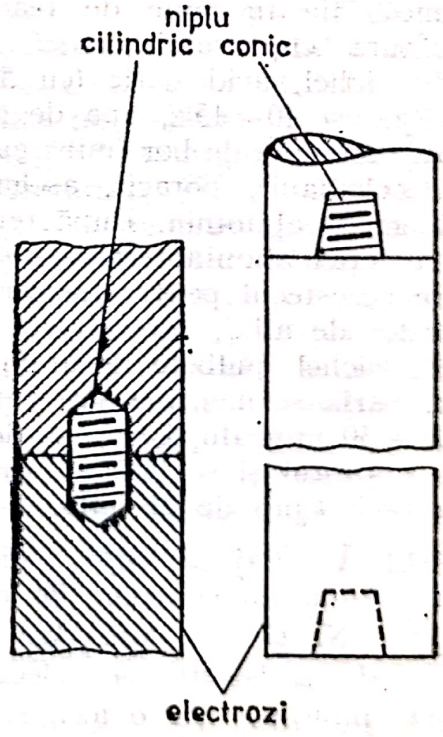



**Fig. N. 2.**

Scanned with OKEN Scanner

**NISIP DE TURNĂTORIE,** componentă granulară a amestecurilor de formare (peste 90%), pentru forme sau miezuri. Reprezintă produse de descompunere a rocilor eruptive transportate de ape și depuse pe fundul mărilor. După compoziția chimică se clasifică în: cuarțoase (> 97% $SiO_2$), de cromit (> 45% $Cr_2O_3$), de zircon (> 60% $ZrO_2$ și < 33% $SiO_2$), de olivină (care conține 40—50% MgO, 35—45% $SiO_2$ și max. 6—8% FeO), de șamotă granulată (> 66% $Al_2O_3 + TiO_2$) și de carbon. În tabelul 15 se prezintă compoziția și caracteristicile principalelor **N. de T.** Cea mai largă utilizare o au *nisipurile cuarțoase,* deoarece sînt cel mai ușor de procurat și prezintă costul cel mai mic. În funcție de conținutul de componentă levigabilă (CL) acestea se clasifică în șase clase: N0,2, cuarțos I, (max. 0,2% CL); N0,5 (0,21—0,50 CL), cuarțos II, N 1,5; N 1,5, cuarțos III (0,51—1,5% CL); N 10, slab, cu 1,51—10% CL; N 20, semigras cu 10,10—20,00% CL și N 30, gras, cu 20,10—30,00 CL. În funcție de granulația medie (M 50): nisipuri cuarțoase foarte fine (0,06—0,1 mm), fine (0,11—0,2), mijlocii (0,21—0,4), mare (0,41—0,60) și foarte mare (0,60—1,00), iar în funcție de gradul de neuniformitate (GU): foarte uniforme (GU> 70%), cu uniformitate mare (GU 61—70%), uniforme (GU 41—60%) și neuniforme (GU<40%). După formă și aspect pot fi: cu granule rotunde, cu muchii și colțuri rotunjite, cu muchii și colțuri ascuțite și aschioase. În țara noastră zăcăminte de nisipuri cuarțoase de turnătorie se extrag la Văleni de Munte, Aghireș-Cornești (jud. Cluj), Brănești-Zolt (jud.. Timiș) ș.a. Nisipuri de cromit se găsesc în U.R.S.S., Republica Cuba, Turcia, India și Albania; nisipuri de zircon în Australia și Senegal, iar de olivină în Norvegia.

**NIREZIST,** fontă austenitică, cu conținut mare de nichel (10—17% Ni, 5—7% Cu, 1—7% Cr, 2,75—3,1% C, rest % Fe). Are bună rezistență la coroziune la temperatura obișnuită în acizii sulfuric, acetic și formic. Rezistența sa la coroziune în mediu l ambiant, în apă curgătoare și de mare, în NaOH, baze și multe alte medii (cu excepția acizilor clorhidric și azotic) este de 10 ori mai mare decît a fontei cenușii. Se utilizează la executarea utilajelor din industria chimică, la pompe, ventile etc.

**NITRURARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor metalice cu azot în scopul creșterii durității, rezistenței la uzură, limitei de rezistență la oboseală și stabilității la coroziune. Se aplică oțelului, titanului și cîtorva aliaje speciale; mai des se **N.** oțelurile aliate (în special, Cr—Al și V—Mo). În mod obișnuit, se realizează la 500—650° C în mediu de $NH_3$ gazos disociat la temperaturi înalte conform ecuației $NH_3 = 3H + N$, timp de 20—50 h. Pentru a micșora fragilitatea stratului nitrurat oțelurile refractare se **N.** uneori în amestec de amoniac și azot. Azotul atomic difuzează în metal formînd nitruri. La temperaturi mai joase de 591° C stratul nitrurat constă din trei faze: ε — nitrura $Fe_2N$, γ′ — nitrura $Fe_4N$, α — ferită cu azot (conține ~0,01% N la temperatura camerei). Între 600 și 650° C e posibilă formarea fazei γ, care la răcire încetă, se descompune, la 591° C, în eutectoid $\alpha + \gamma'$. Duritatea stratului nitrurat se mărește pînă la $HV = 1200$ (12 GN/m²) și se păstrează la încălziri repetate pînă la 500—600° C, ceea ce asigură o bună stabilitate pieselor la temperaturi înalte. Oțelurile nitrurate depășesc mult ca rezistență la uzură oțelurile cementate și călite. Creșterea temperaturii peste 650° C accelerează procesul (micșorează durata lui), dar scade

Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 15*

| Tipul nisipului | Formula chimică a componentului de bază sau compoziția | Proprietăți chimice | Temperatura de topire °C | Granulația mm | Coeficientul de dilatare liniară $1/°C \cdot 10^{-6}$ | Densitate $kg/dm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| De cuarț | $SiO_2$ | Acide | 1713 | 0,06—1; 0 (0,2—0,3/, 25—45%) | Variabilă | 2,7 |
| De zircon | $ZrSiO_4$ | Slab acide | — | 0,06—0,2 (0,06—01/ 63%) | 511 | 4,5 |
| De olivină | $(Mg, Fe)_2 \cdot SiO_4$ | Neutre sau slab bazice | 1760 | 0,06—1,6 (0,2—0,4/ 50%) | — | — |
| De cromit | $FeCr_2O_4$ (67% $Cr_2O_3$ și 33% FeO) | — | 1800 | 0,06—1,6 (0,16/30— —40%) | — | 4,5— —4,8 |
| De cromomagnezită granulată | 20—70% cromit și 80 — 30% MgO | — | — | 0,06—1,6 (0,2—0,6/ /77%) | — | 2,81 |
| De șamotă granulată | $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ | Amfotere | 1630—1750 | 0,06—1,5 (1,5/35— 50%) | — | Mică |
| De carbon | C | — | — | — | — | 1,18 |

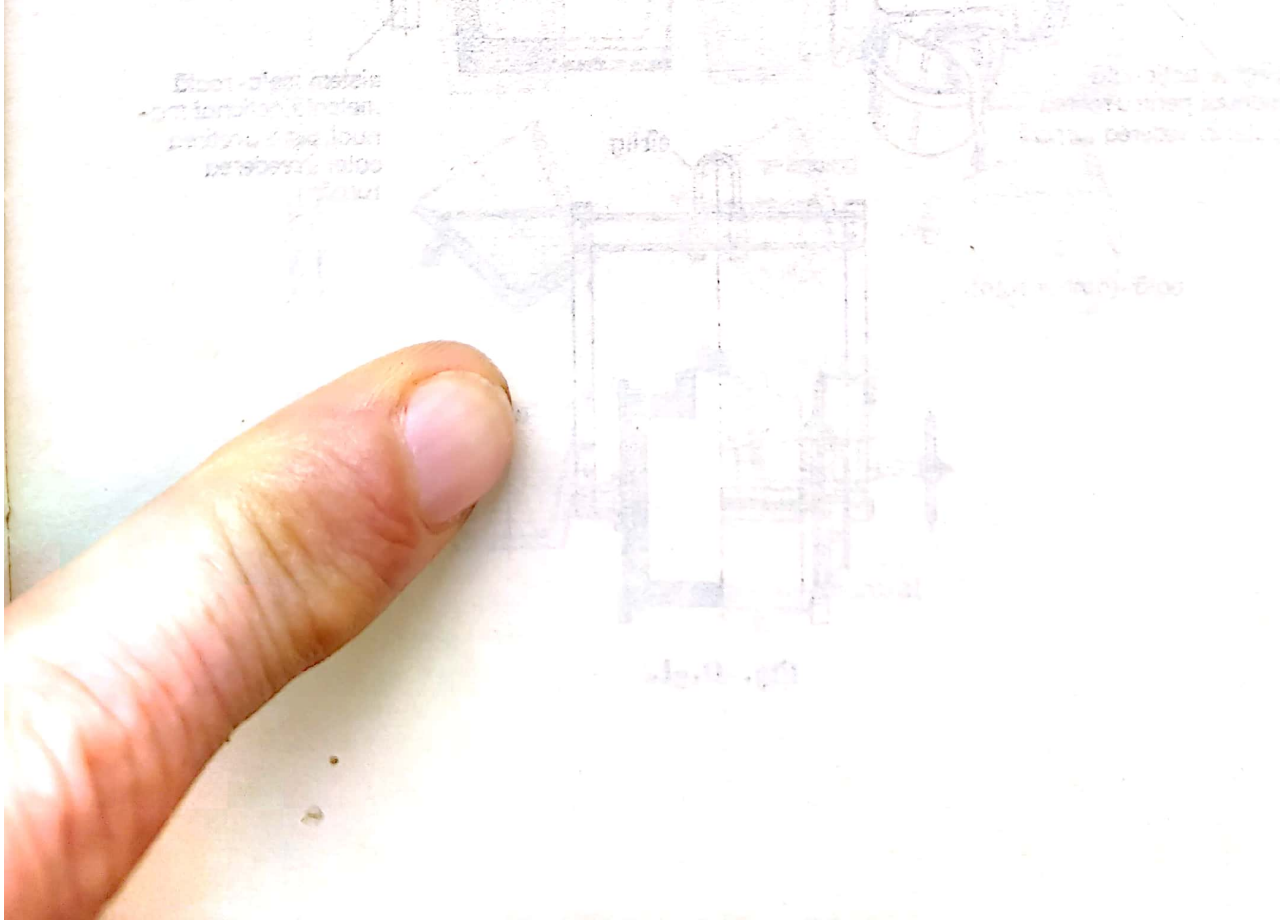
duritatea stratului nitrurat. Adîncimea stratului nitrurat este de 0,2—0,4 mm. Se **N.**: cămăși de cilindri, arbori cotiți, roți dințate, sertare la conducte de abur, piese pentru aparatură termică ș.a.

**NITRURI,** combinații binare ale azotului cu elemente mai electropozitive, metale. După structură și proprietăți se clasifică în: 1) nitruri ionice care formează săruri ale metalelor din grupa I și II care se descompun ușor în contact cu apa cu formare de $NH_3$, conform reacției $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$. 2) nitruri covalente, care se formează cu nemetale și cu unele metale ca Al, B, Si, Ga, In, Tl. Acestea (în special, AlN, BN, $Si_3N_4$) sînt excepțional de stabile la acțiunea agenților chimici, greu fuzibile, stabile la cald, dielectrice sau semiconductoare; este importantă, în special, BN. 3) nitruri cu legături metalice, caracterizate prin faptul că atomii de azot pătrund în rețeaua cristalină a metalului și că în multe cazuri nu respectă legea valenței (ZrN, $Mn_4N$, $W_2N$). Acestea prezintă conductibilități electrică și termică ridicate, sînt greu fuzibile (de ex.: TiN se topește la 3200°C), în raport cu metalele respective, au înaltă duritate, fragilitate și neplasticitate și au mare stabilitate chimică.

**NORMALIZARE,** tratament termic aplicat fontelor și oțelurilor pentru îmbunătățirea proprietăților lor. Se realizează prin încălzire cu 30—50°C peste $Ac_3$ sau $Ac_{cem}$ (la fonte între 850—950°C) și răcire în aer. După **N.** oțelurile cu conținut mic de C au structură ca după recoacere completă (ferito-perlitică), dar mai fină și mai omogenă, oțelurile cu conținut mediu și relativ mare de C structură sorbitică, iar fontele cenușii structură perlitică (inițial feritică sau ferito-perlitică). După **N.** oțelurile devin mai dure și mai rezistente chiar decît cele recoapte. La piesele turnate din fontă albită prin **N.** se realizează dizolvarea cementitei și, deci, creșterea prelucrabilității și a caracteristicilor mecanice, iar la piesele turnate din fontă cenușie creșterea durității și rezistenței mecanice și la uzură.

**NOVOLAC, RĂȘINI SINTETICE.**

**NOVOSTON, SUPERSTON.**



Scanned with OKEN Scanner

# O

**OALĂ DE TURNARE,** recipient de formă ușor tronconică, în care se evacuează un metal sau aliaj în stare lichidă din cuptorul de elaborare, cu ajutorul cărui a acestea sînt transportate pînă la utilajul în care se toarnă în forme. Capacitatea oalei depinde de capacitatea cuptorului de elaborare. Se confecționează din tablă și se căptușește cu materiale refractare (pierderile de căldură în timpul manipulării trebuie să fie minime). Prezintă numeroase particularități în funcție de aliajul de turnare și pot fi

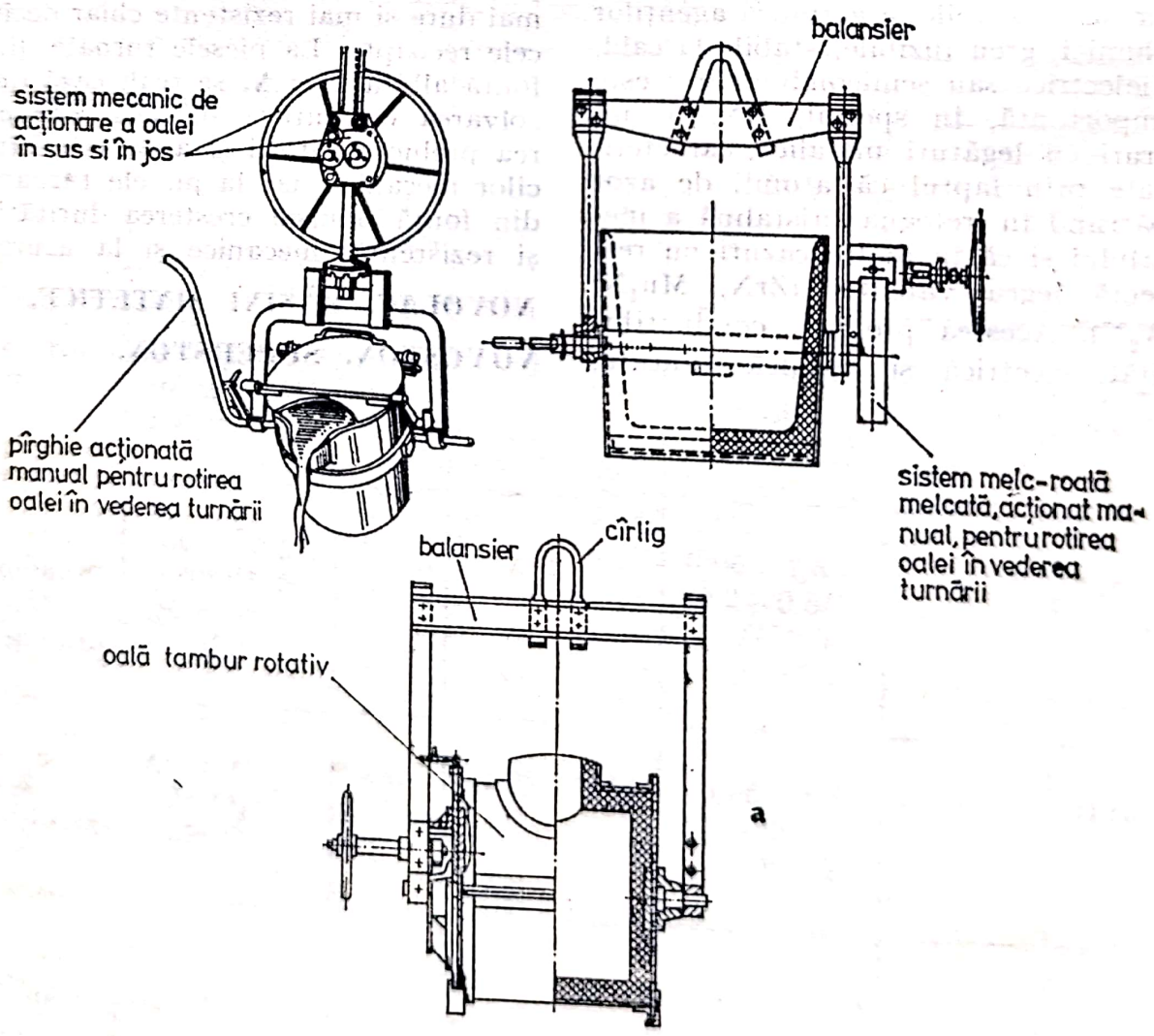
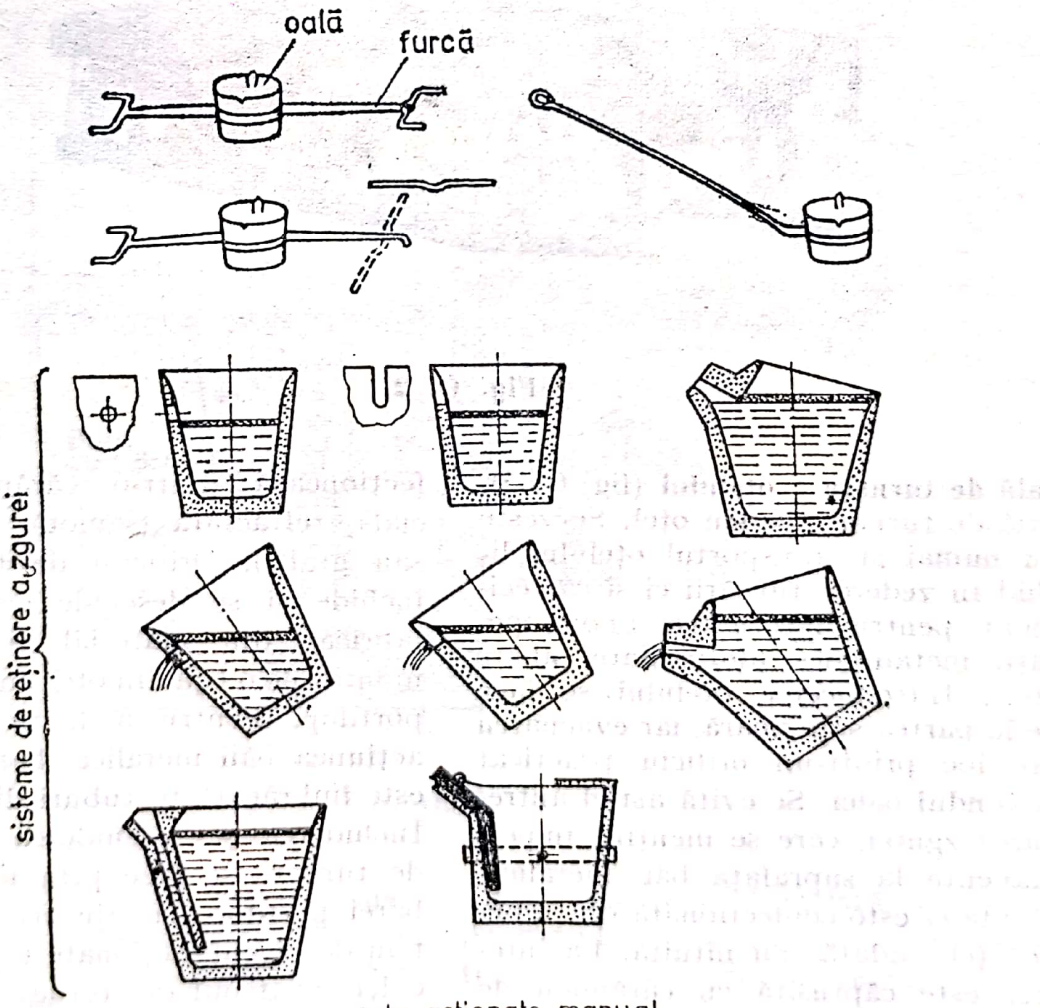



**Fig. O. 1.**

de turnare a fontei, de turnare a oțelului etc. (fig. O.1). În scopul evitării unor accidente în timpul utilizării, **O. de T.** trebuie uscate foarte bine. Transportul oalei de la cuptor la formele de turnare se realizează manual (cu furca) sau mecanizat (cu macaraua). **oală de turnare a fontei** (fig. O. 2), recipient montat pe vagon (vagon port-oală), în care se evacuează fonta din furnal și se transportă la mașina de turnat fontă pe bandă sau la oțelărie. Este alcătuită dintr-o manta de tablă nituită sau sudată, de formă tronconică, de pară sau cilindrică, căptușită la interior cu șamotă ; între căptușeală și mantaua metalică se află un strat izolator de azbest. Oala are două perechi de fusuri de sprijin și poate fi înclinată în jurul uneia din aceste perechi fără a fi luată de pe batiul vagonului port-oală. Deasupra fusurilor de sprijin se află o pereche de fusuri pentru prinderea oalei în macara în vederea transportării la melanjor sau la cuptorul de elaborare. Pentru basculare, este prevăzută cu cîte un pinten în ambele părți, de unde poate fi prinsă de cîrligul macaralei. De asemenea, este prevăzută și cu alte dispozitive care permit golirea ei completă, atunci cînd este transportată la mașina de turnat fontă pe bandă. Capacitatea




oale acționate manual

b

**Fig. O. 1.**

oalelor în formă de pară sau tronconică variază de la 20 la 150 t. Oalele de capacitate mare (150—400 t) cu o formă alungită pe orizontală îndeplinesc și rolul de melanjor. în cîrligele macaralei de turnare. La partea, inferioară, pe manta se mai află un inel pentru basculare cu ajutorul pisicii auxiliare a macaralei de turnare. Orificiul de turnare se con-

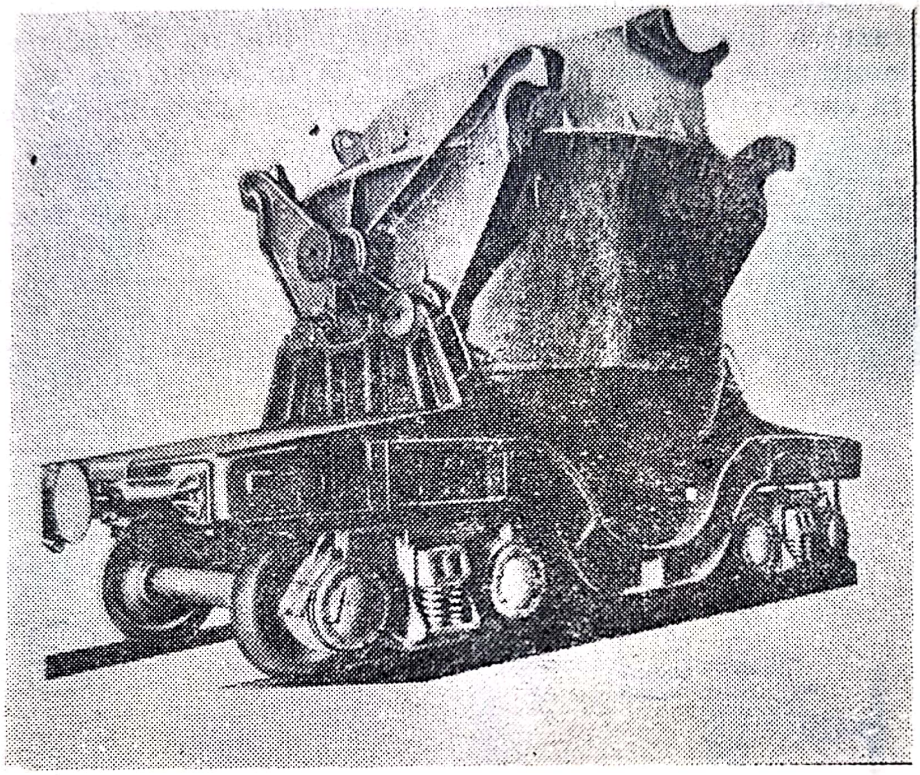


Fig. O. 2.

**oală de turnare a oțelului** (fig. O. 3), oală de turnare pentru oțel. Servește nu numai la transportul oțelului lichid în vederea turnării ci și ca recipient pentru efectuarea unor operații metalurgice (dezoxidare, aliere etc.). Introducerea oțelului se face pe la partea superioară, iar evacuarea are loc printr-un orificiu practicat la fundul oalei. Se evită astfel antrenarea zgurei, care se menține în permanență la suprafața băii metalice. Mantaua este confecționată din tablă de oțel, sudată sau nituită. La interior este căptușită cu cărămidă de șamotă iar în zona de mijloc este prevăzută cu o centură din oțel pe care se montează două fusuri de prindere fecționează dintr-o cărămidă specială, refractară (șamotă, magnezită sau grafit). Orificiul de turnare se închide și se deschide cu un dop, fabricat din material refractar și montat pe o tijă din oțel, numită bară portdop. Pentru a fi protejată de acțiunea băii metalice, bara portdop este îmbrăcată în tuburi din șamotă. Închiderea și deschiderea orificiului de turnare se face prin intermediul barei portdop, cu ajutorul unui sistem de pîrghii acționate la exteriorul oalei. Orificiul de turnare poate fi închis și deschis cu ajutorul unui șuber exterior, numit sertăraș, acționat de un mecanism hidraulic.

Scanned with OKEN Scanner

**OALĂ DE ZGURĂ,** recipient de formă specială, în care se evacuează zgura rezultată din diferite procese tehnologice de elaborare a metalelor sau aliajelor. De ex.: zgura din furnal se evacuează în oale de formă tronconică, cu diametrul maxim sus, montate pe vagoane port-oală cu ajutorul cărora se transportă la instalațiile de granulare sau expandare. **O. de Z.** (fig. O. 4) se execută din oțel turnat sau fontă hematită cu pereți groși de 50—100 mm și cu interiorul neted. Fundul oalei are formă sferică iar pereții au un unghi de înclinare de cca 20° față de verticală. Au capacități de 11—20 m³, în practică fiind mult folosite cele cu capacitatea de 16,5 m³. Oala se fixează într-o piesă inelară sprijinită pe batiul vagonului port-oală. Pentru golire se rotește împreună cu inelul de fixare în așa fel încît unghiul de înclinare al peretelui interior cu orizontala să fie de 40—50°.

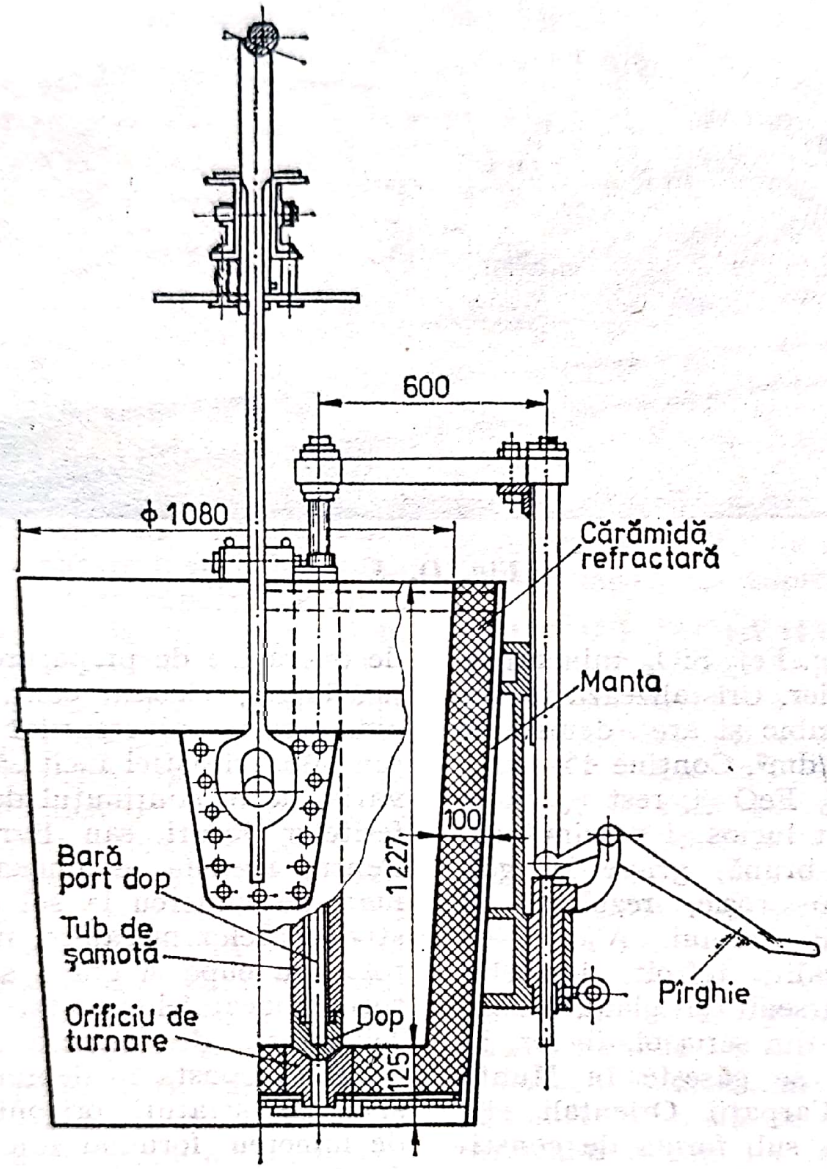



**Fig. O. 3.**

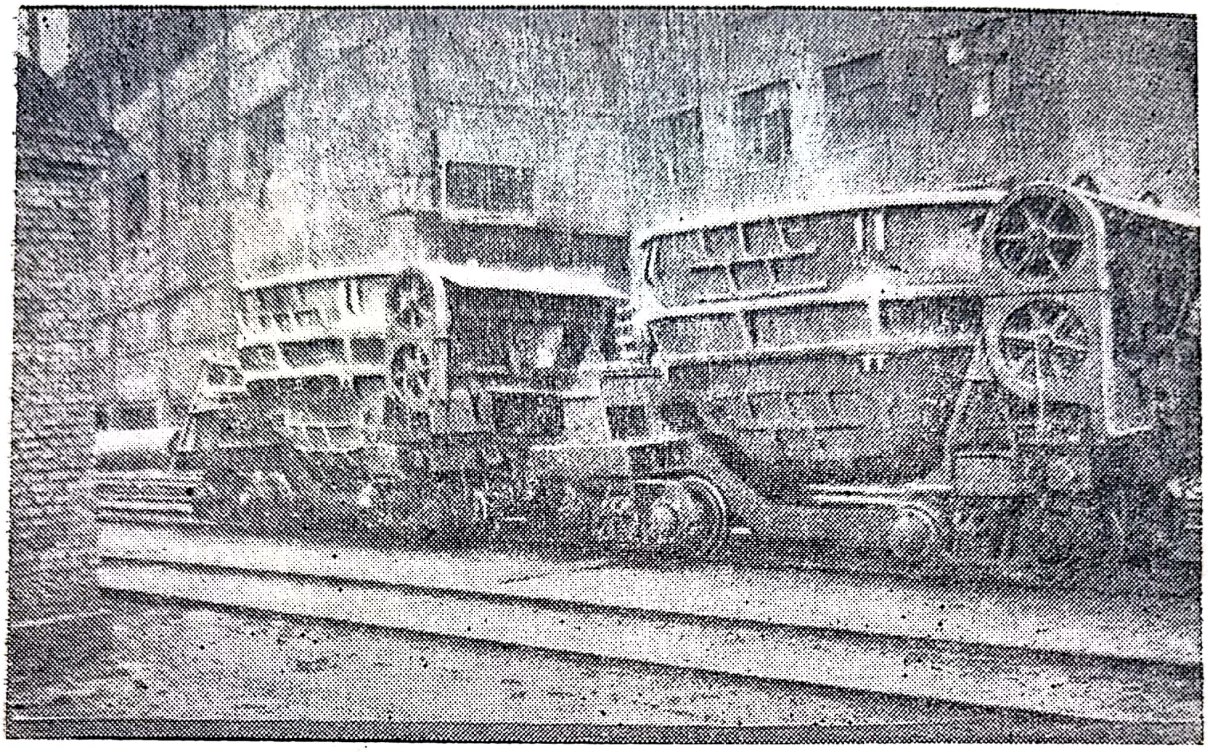


Fig. O. 4.

**OLIVINĂ,** $(Mg, Fe)_2 SiO_4$, mineral de magneziu și fier. Cristalizează în sistemul ortorombic și are densitatea 2,27—3,37 kg/dm³. Conține 45—50% MgO, 8—12% FeO și, rest % $SiO_2$. Are un aspect lucios și prezintă culorile verde, brună, gri-verde, galben-brună sau roșie, rezultate în urma oxidării fierului. Alături de forsterit, fayalit, tefroit, knebelit, monticelit, larsenit și glaukrochoit, **O.** face parte din seria olivinelor. În țara noastră se găsește în Munții Apuseni și Carpații Orientali etc. Este prezentă sub formă de constituent mineralogic în unele zgure rezultate din anumite operații metalurgice.

**OMOGENIZARE,** operație de preparare mecanică pentru uniformizarea compoziției chimico-mineralogice și a compoziției granulometrice a minereurilor feroase înainte de încărcarea lor în furnal sau de introducerea lor în fabrica de aglomerare, indiferent de operațiile de preparare anterioare (sfărîmare, clasare etc.). Constă în amestecarea minereurilor în depozite sau silozuri astfel încît să se elimine variațiile în conținutul de fier al diferitelor loturi sau livrări zilnice. Pentru aceasta se amenajează stive mari de minereu la sol cu ajutorul stivuitoarelor mecanice, mașinilor cu rotor cu cupe și grapă sau cu ajutorul macaralelor-portal cu greifer. Tehnologia de formare a stivei în cazul **O.** constă în depunerea succesivă de straturi orizontale subțiri de minereu formînd zone de 3000—6000 t din același sort de minereu, după care se schimbă sortul. Materialele pot fi preluate din stive numai după ce stivele au fost formate complet. Din acest motiv parcul de omogenizare trebuie să cuprindă neapărat minimum două stive paralele din care una este în formare, iar a doua este în consum. Stivele de minereu pot avea secțiunea triunghiulară sau trapezoidală, cu înălțimea

Scanned with OKEN Scanner

pînă la 15—16 m, lățimea de 30—40 m și lungimea de 600—700 m. Pentru preluarea materialului din stive se folosesc *mașinile de omogenizare* echipate cu rotor cu cupe și grapă; acestea se deplasează transversal pe stivă de la o margine la alta, preluînd în straturi verticale materialele stivuite în straturi orizontale și amestecînd în același timp materialele din toate straturile. La secțiile de furnale care dispun de depozite echipate cu macarale-portal, **O.** se poate realiza formîndu-se stive perpendiculare pe calea de rulare a macaralei-portal. După ce stiva a fost completată se trece în consum, luîndu-se materialul în tranșe perpendiculare pe axa stivei.

**OPRIREA FURNALULUI,** încetare temporară sau definitivă a funcționării unui furnal în vederea unor operații de reparare a furnalului sau impusă de anumite condiții de lucru ale acestuia; constă în principal în sistarea suflării aerului și alimentării cu materiale. Poate fi: de scurtă durată, de lungă durată și la sfîrșitul campaniei de lucru. *Oprirea de scurtă durată* se practică pentru executarea reparațiilor preventive planificate, înlocuirea gurilor de vînt arse, a răcitoarelor etc. și poate dura pînă la o oră sau cîteva ore. Oprirea de durată pînă la o oră se realizează prin izolarea furnalului de rețeaua de gaz brut și punerea sub tiraj la coșul de fum al cauperelor. În cazul opririi de scurtă durată pentru un interval de timp care depășește o oră, furnalul nu se mai pune sub tiraj, ci se astupă gurile de vînt cu argilă, aprinzîndu-se gazele care se degajă la gura furnalului; furnalul este izolat de rețeaua de gaz și se menține cu aparatul de încărcare deschis. *Oprirea de lungă durată* se deosebește de cea de scurtă durată prin aceea că se iau măsuri speciale în ceea ce privește greutatea și nivelul încărcăturii, care trebuie realizat în momentul opririi, măsuri pentru repunerea în funcțiune etc. *Oprirea la sfîrșitul campaniei de lucru,* impusă de reparațiile capitale, are loc cu golirea completă a furnalului; este numită și *stingerea furnalului* (se face, în general, cu apă). Operațiile care trebuie efectuate în acest caz sînt următoarele: se izolează furnalul de rețeaua de gaz brut, se evacuează gazele în atmosferă prin clapele atmosferice, continuîndu-se suflarea aerului cu debit din ce în ce mai mic pe măsură ce coloana de materiale coboară. Pentru a se menține temperatura cît mai joasă la gura de încărcare (sub 600° C), aparatul de încărcare se stropește cu apă, care intră în furnal. După oprire, furnalul se inundă cu o cantitate de apă introdusă prin aparatul de încărcare. Se trece apoi la demontarea gurilor de vînt și la efectuarea reparației capitale.

**ORIFICIUL DE EVACUAREA FONTEI,** deschizătură de formă dreptunghiulară, rotunjită la colțuri, practicată în armătura și zidăria creuzetului, în scopul evacuării fontei din furnal. Este căptușit cu cărămizi refractare și încadrat într-o ramă de oțel turnat. În cazul furnalelor mici, rama se fixează în armătură prin nituire; la furnalele moderne aceasta are o construcție specială, este parțial demontabilă și comportă elemente speciale de răcire cu apă, de asemenea demontabile. Răcitoarele în număr de două, se așază în jurul orificiului ramei. La furnalele mari, a căror producție este de peste 6 000 t fontă/zi, unde descărcarea fontei trebuie să fie practic continuă, se prevăd 3 sau 4 orificii de evacuare a fontei și hale de turnare circulare. Orificiul de evacuare se astupă cu *masă refractară de astupat* care se prepară, de obicei, din 30—35% argilă refractară, 30—35% șamotă, 25—35% cocs mărunt și 5% smoală sau gudron.

Scanned with OKEN Scanner

Amestecul se macină, se sitează pe ciurul cu ochiuri de 1,5—2 mm și se umezește cu 20—25% apă. În ultimul timp se utilizează mase de astupare fără apă, constînd dintr-un amestec de 65—68% nisip alb, 10% cărbune măcinat și 22—25% gudron. Material refractar special, masa de astupat trebuie să îndeplinească anumite condiții: să reziste la temperaturi pînă la 1600—1650°C și la acțiunea chimică a zgurelor, să fie plastică pentru a intra ușor în **O. de E. F.** În momentul evacuării fontei masa refractară de astupat se sparge cu ajutorul unor mașini speciale. *Mașinile de destupat orificiul de fontă*, (fig. O. 5), execută două operații succesive: de găurire cu ajutorul unui burghiu a masei refractare care umple orificiul și de perforare (spargere) a crustei de fontă care se formează la interior, imediat după astupare. După operația executată pot fi: mașini de sfredelire cu acționare electrică și mașini de perforat prin lovire cu acționare pneumatică (cu utilizare limitată) și mașini complexe de sfredelire-perforare (larg utilizate). Aceste mașini trebuie să satisfacă următoarele cerințe: să realizeze un canal cu diametrul de 50—60 mm, rectiliniu și ușor înclinat, să prezinte robustețe și siguranță în funcționare, să poată fi aduse în poziție de lucru și să revină în poziție de repaos rapid și precis, să poată fi conduse de la distanță. După scurgerea fontei, orificiul se astupă din nou cu ajutorul mașinii de astupat. *Mașinile de astupat orificiul de fontă*, (fig. O. 6), introduc rapid, cu ajutorul unui piston, masa refractară de astupat în orificiul de fontă, la sfîrșitul evacuării acesteia din furnal. Aceste mașini se caracterizează prin volumul de masă refractară de astupat ce poate fi introdus la o cursă a pistonului de lucru (0,05—0,5 m³), prin forța totală pe piston și prin modul de acționare (pneumatică, electrică sau electrohidraulică). Datorită forței reduse pe piston (100—200 kN), mașinile de astupat pneumatice se utilizează

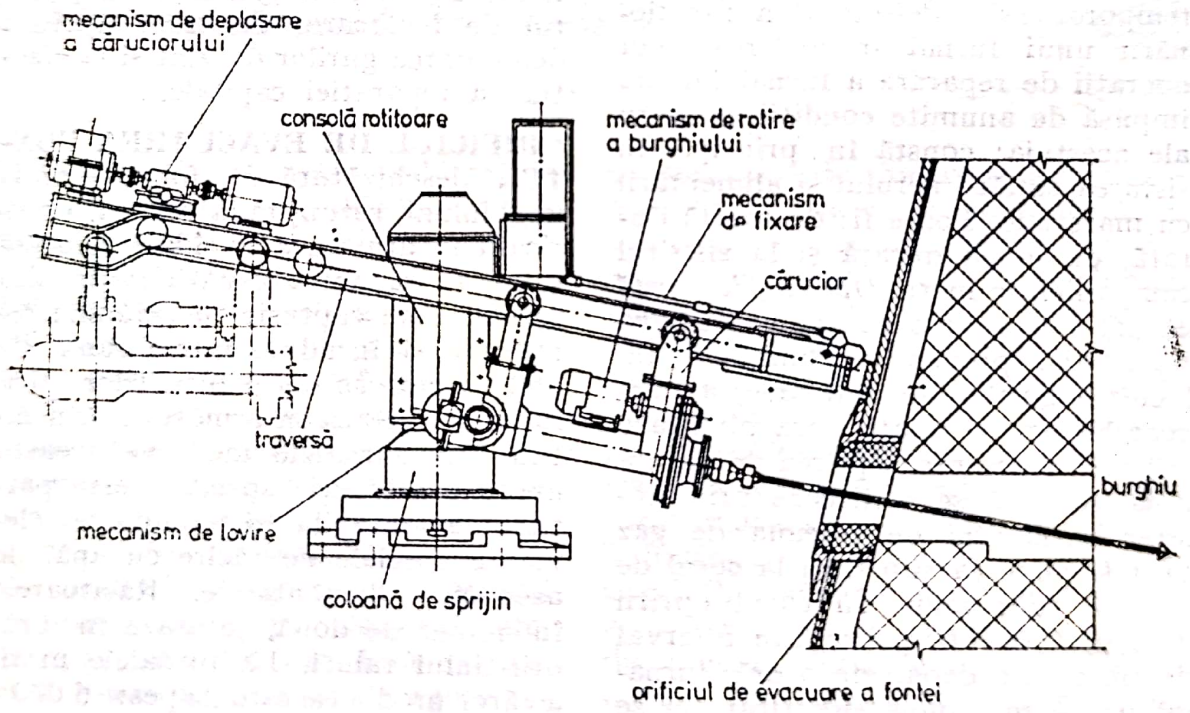



**Fig. O. 5.**

numai pentru furnale cu volum util de pînă la cca 500 m³. Mașinile de astupat cu acționare electrică și electrohidraulică pot asigura forțe de apăsare pe piston de 800—2500 kN și sînt folosite la furnalele de capacități mari.

răcire. Celelalte două sînt din fontă și au, de asemenea, în interior serpentine din țeavă de oțel pentru apa de răcire. Orificiul este situat la 1,2—1,4 m deasupra orificiului de evacuare a fontei și are diametrul de 50—65 mm în funcție de volumul

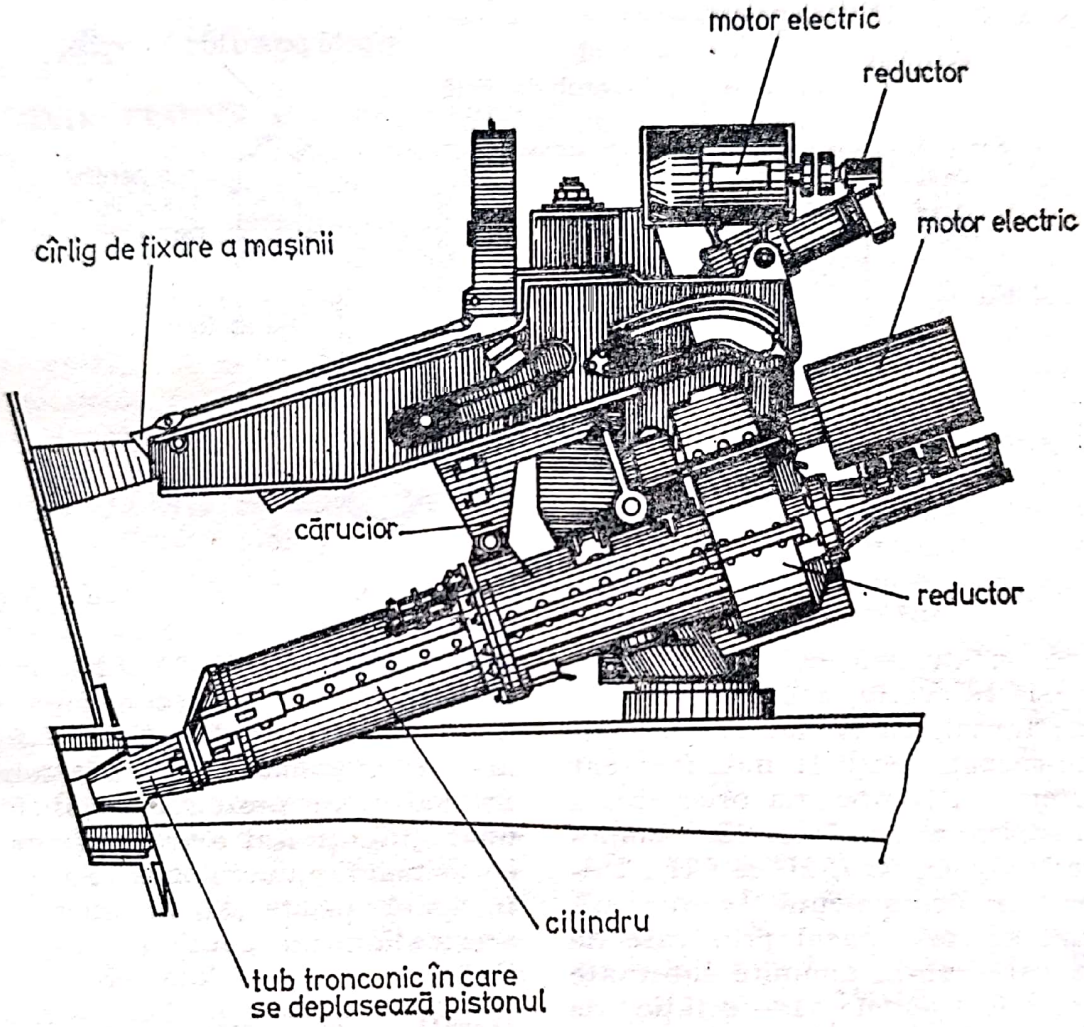



**Fig. O. 6.**

**ORIFICIUL DE EVACUARE A ZGURII,** deschizătură de formă tronconică practicată în armătura și zidăria creuzetului, consolidată cu ajutorul a patru răcitoare metalice tronconice, care intră unul în altul, în scopul evacuării zgurii din furnal. Primele două răcitoare dinspre creuzet confecționate din cupru sînt goale la interior; prin ele circulă apa de

furnalului. De obicei, furnalele se prevăd cu două **O. de E. Z.** Închiderea orificiului se realizează cu ajutorul *închizătorului pentru orificiul de evacuare a zgurii,* dispozitiv special format dintr-un sistem de pîrghii articulate, la care pîrghia inferioară se continuă cu o tijă la capătul căreia se află un dop de oțel (prevăzut cu guler). Dopul și tija sînt răcite cu

apă. Manevrarea dispozitivului se realizează cu ajutorul unui cilindru pneumatic.

**ORSAT,** aparat pentru dozarea volumetrică a componenților unui amestec gazos (fig. O. 7). Cu ajutorul său se analizează compoziția gazelor rezultate în diverse cuptoare industriale și, respectiv, metalurgice (gazul de furnal, gazul de cocserie, gazul de gazogen etc.). În mod frecvent se determină compoziția procentuală volumetrică a următoarelor componente: $CO_2$, $O_2$, CO, $H_2$ și $CH_4$. Primele trei componente se dozează trecînd succesiv gazul prin vase de sticlă care conțin anumite substanțe absorbante, astfel: 1 — soluție de sulfat de sodiu sau potasiu pentru absorbția de $CO_2$; 2 — soluție de pirogalol pentru absorbție de $O_2$; 3 — soluție cupru-amoniacală pentru absorbție de CO. Pentru dozarea hidrogenului, restul de gaz se trece printr-un tub de sticlă, încălzit de un cuptor electric la cca 280°C, și care conține CuO. Pentru fiecare absorbție, se notează volumul de gaz rămas, ceea ce permite să se stabilească proporția fiecărui component din gazul inițial. Dozarea metanului se face într-un vas de combustie, unde se arde o anumită cantitate din restul de gaz, împreună cu aer. Din gazele arse rezultate se determină conținutul de $CO_2$ pe baza căruia, prin calcul, se determină cantitatea procentuală de metan.

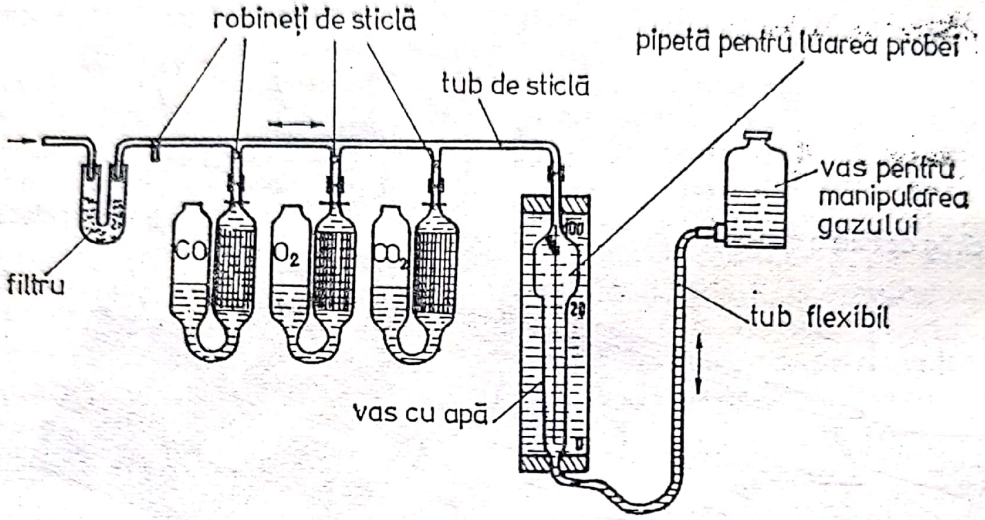



**Fig. O. 7.**

**ORTOSILICAT DE CALCIU,** constituent mineralogic care corespunde formulei chimice $(CaO)_2SiO_2$ de forma unor grăunți mari de culoare cenușie. Se mai poate prezenta și sub forma unor grăunți fini amestecați cu alți constituenți mineralogici. Se găsește în zgură, pelete sau aglomerat cînd acestea au un conținut ridicat de CaO.

**OSMIU,** Os, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 76, masa atomică 190,2, valența II, III, IV, VI, VIII. Se găsește în natură în stare nativă în proporții reduse. A fost descoperit (1804) de S. Tennant. Metal prețios de culoare alb-argintie, **O.** este cel mai greu dintre metale (densitatea 22,7 kg/dm³). Cristalizează în sistemul hexagonal compact fără alte forme alotropice și are p.t. 2727°C, p.f. 4230°C, căldura masică (la

20°C) 142 J/kg · K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,096 Ω·mm²/m. Din punct de vedere mecanic este foarte dur și casant. Activitatea sa chimică este redusă. În stare pulverulentă se oxidează lent în aer la temperatura obișnuită. La cald se combină cu florul și clorul. Nu este atacat de nici un acid, nici de apa regală. Se utilizează la elaborarea unor aliaje.

**OSMOND, FLORIS** (n. 1849, Paris — m. 1912, Saint-Lieu), metalurg francez. Cercetări în domeniul structurii oțelului. A determinat experimental punctele critice de transformare la oțeluri ($A_1$ și $A_3$). A definit martensita. Contribuții la fondarea metalografiei. A folosit pentru studiul aliajelor probe metalografice a căror structură a pus-o în evidență prin atac cu reactivi chimici.
**Op. pr.:** *Théorie cellulaire des propriétés de l'acier* (1894).

**OȚEL,** aliaj al fierului cu carbonul (pînă la ~2%), precum și cu alte elemente, material de bază în tehnică datorită gamei largi de proprietăți și deci de utilizări pe care o are. Ca material prezintă o serie de avantaje: preț de cost relativ mic, prelucrare tehnologică ușoară și multilaterală, gamă largă de proprietăți și utilizări, posibilități de asamblare în construcții compuse, durabilitate, posibilitate de refolosire etc. Structura **O.** la temperatura obișnuită depinde, în special, de compoziția chimică și de viteza de răcire a structurii stabile la temperaturi înalte (austenita). Structurile **O.** funcție de conținutul de C, la temperatura obișnuită, la răcire foarte înceată, rezultă din diagrama Fe—C. Influența vitezei de răcire asupra structurii oțelurilor rezultă urmărind transformarea austenitei. Structurile **O.** mai depind și de tratamentul termic aplicat (călire, revenire, recoacere etc.). *Proprietățile oțelurilor* depind de structura lor, un rol important avînd și compoziția chimică, viteza de răcire, tratamentul termic aplicat și modul de prelucrare (turnare sau deformare plastică). Rezistența de rupere la tracțiune variază în limite largi, de la 30 daN/mm² la 250 daN/mm² (după tratamentul termo-mecanic aplicat); alungirea, pînă la 35% și gîtuirea $z$ pînă la 80%, duritatea, de la $HB$ 80 la 650; rezilienta pînă la 30 daNm/cm². Proprietăți anticorosive au **O.** aliate cu conținut mic de carbon (~0,15% și rar pînă la 0,4%), cu 10—30% Cr, pînă la 21% Ni. Pentru a asocia și proprietăți refractare și de rezistență la temperaturi înalte se mai adaugă cantități relativ mici de titan (0,6—0,8%), mai rar de molibden (0,7—2,5%), aluminiu (> 1,0%) și azot (0,18—0,25%), care formează compuși cu temperatură înaltă de topire. Reglînd compoziția chimică în limitele indicate se pot obține structuri austenitice, feritice, martensitice, austenito-feritice, care schimbă corespunzător și alte proprietăți, în afara celor indicate anterior. Proprietăți refractare au **O.** (≤0,15% C) aliate cu 4—30% Cr, 6—15% Ni, mai rar 2—3% Si și 1—2% Mn și adaosuri de Ti, Al, Mo. Se pot obține structurile indicate anterior. Proprietăți de rezistență la temperaturi înalte au **O.** (max. 0,1% C) aliate cu 4—19% Cr, mai rar cu 7—9% Ni și Mo, W, V, Nb (pînă la ~0,5% fiecare), cu structuri de tipul celor indicate anterior. Proprietăți magnetice importante pentru tehnică (inducție magnetică mare și pierderi prin magnetizare mici) au **O.** cu conținut foarte mic de carbon (de obicei, 0,05% C) și relativ mare de siliciu (de la 0,8 la 4,8% Si). Se utilizează sub formă de table subțiri, laminate la cald și la rece (0,1—0,01 mm), la statoarele și rotoarele motoarelor electrice, la tolele de transformator etc. Rezistență electrică mare au **O.** cu con-

Scanned with OKEN Scanner

ținut mic de carbon (0,05—0,15% C) și în limite largi de crom (12—27%), nichel (15—60%) și uneori aluminiu (3,5—6%). Se utilizează la elemente de încălzire (pînă la 1000—1300°C) pentru cuptoare și la reostate. Rezistență deosebită la uzură în condiții de șoc și presiune înaltă au oțelurile Hadfield, înalt aliate cu mangan (11—14%). La baza clasificării **O.** stau următoarele criterii de bază: procedeul de obținere, compoziția chimică, destinație. În afară de acestea se mai clasifică după calitate, după forma de livrare, după granulație, după structură etc.

*După procedeul de obținere* se deosebesc oțeluri: Martin, Bessemer, Thomas, de convertizor cu oxigen, electrice etc.

**oțel pudlat,** oțel caracterizat printr-un conținut foarte scăzut de mangan (0,10%), siliciu (0,05%), sulf (0,025%) și fosfor (0,020%), obținut prin pudlaj. Prezintă incluziuni nemetalice (incluziuni de zgură) într-o proporție mai mare decît în cazul oțelurilor elaborate cu ajutorul procedeelor curente, însă are un conținut mai scăzut de gaze și, în special, de hidrogen.

*După gradul de dezoxidare* se clasifică în:

**oțel calmat,** oțel puternic dezoxidat care se solidifică fără o degajare gazoasă de CO datorită conținutului scăzut de oxigen (pînă la urme) din baia metalică. După răcire se obține un lingou fără sulfuri și cu o retasură la partea superioară. *Oțelurile calmate nealiate* au un conținut variabil de carbon și se caracterizează printr-o comportare bună la îmbătrînire, oboseală și fluaj, prezentînd și o rezistență mare la temperaturi sub 0°C.

**oțel necalmat,** oțel incomplet dezoxidat, în care, în timpul solidificării, datorită surplusului de oxigen din baia metalică, are loc o degajare puternică de CO, ca urmare a reacției dintre C și FeO. Se evită astfel apariția retasurii la partea superioară a lingoului cu formarea în schimb a numeroase sufluri care se localizează la o anumită distanță de suprafață. Suflurile interne astfel formate, se elimină în mare parte, în procesul de deformare plastică la cald (laminare, forjare). Datorită unui consum redus de dezoxidanți și a șutajului mic sînt mai ieftine. Cele obișnuite se caracterizează prin absența siliciului și conțin 0,05—0,27% C și, 0,25—0,50% Mn. Prezintă plasticitate bună și sînt utilizate la producerea diverselor produse profilate pentru construcții, table pentru cazane, sîrmă etc.

**oțel semicalmat,** oțel parțial dezoxidat, în care, în procesul de solidificare, după un anumit timp de la turnare, are loc o degajare gazoasă de CO datorită conținutului de oxigen rămas în baia metalică, ca urmare a reacției dintre FeO și C. Eliminarea gazului în exterior are loc o perioadă de timp, limitată, pentru evitarea formării retasurii. Conțin: 0,10—0,30% C, 0,30—1,25% Mn și max. 0,10% Si.

*După compoziția chimică* se clasifică în oțeluri aliate și în oțeluri nealiate (sau carbon).

**oțel aliat,** oțel care în mod voit conține unul sau mai multe elemente însoțitoare ale oțelului nealiat, într-o proporție mai mare decît în acesta, sau și alte elemente ca: Ti, V, Wo, Co, Ni, Nb, B etc. De obicei poartă denumirea unuia sau a două elemente principale de aliere (de ex.: oțel cu crom, oțel cu crom și nichel etc.). În funcție de principalul element de aliere care conferă oțelurilor anumite proprietăți **o. a.** se clasifică în: *Oțel cu crom,* oțel aliat care conține ca principal element de aliere cromul (0,3—30%). Datorită cro-

mului, punctul eutectoid al oțelurilor este deplasat spre conținuturi mai mici de carbon. Acest lucru face ca în structura oțelurilor, care conțin o proporție mai mare de crom, să apară perlita și carburile, chiar la conținuturi mai scăzute de carbon. În oțelurile cu conținut scăzut de carbon se formează carbura de crom $C_3Cr_7$. La proporții mai mari de carbon se formează cementita aliată cu crom, $(FeCr)_3C$. Oțelurile puternic aliate cu crom pot prezenta, în funcție de conținutul de carbon, o structură feritică, feritomartensitică sau martensitică. La conținuturi mari de crom și carbon, oțelurile devin ledeburitice. Prin adaos de 1% Cr se mărește rezistența de rupere la tracțiune a oțelurilor cu 8—10 daN/mm², în timp ce alungirea scade cu 1,5%. La conținuturi ridicate de crom crește foarte mult rezistența la temperaturi înalte. Oțelul cu crom prezintă o bună rezistență la coroziune care crește prin adaos de siliciu și aluminiu. Se folosesc, în special, ca oțeluri de construcție și ca oțeluri pentru rulmenți. *Oțel cu crom și nichel*, oțel aliat, în proporții diferite, cu crom și nichel. Structura acestor oțeluri după tratamentul de călire și revenire se poate stabili cu ajutorul diagramei Schaeffler (fig. O. 8) în funcție de conținutul echivalent de nichel, $Ni_e$ și de conținutul echivalent de crom, $Cr_e$ care se pot determina cu relațiile:

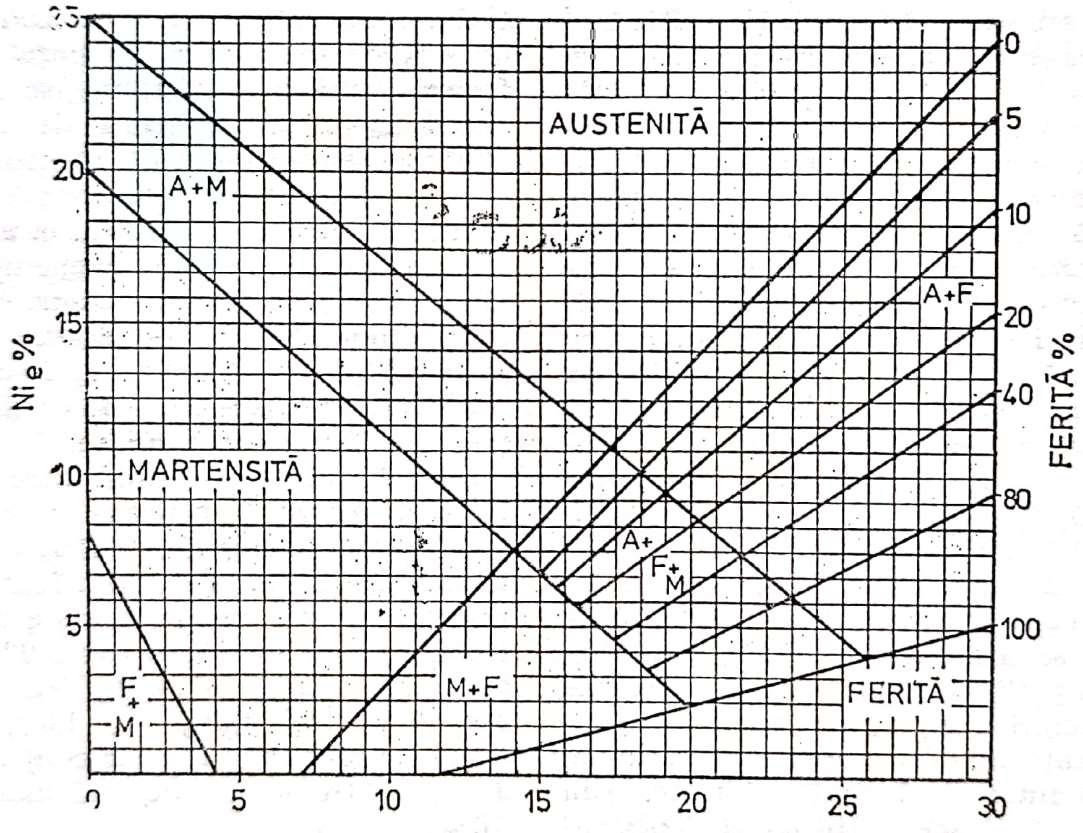



Fig. O. 8.

$$Ni_e = \%Ni + 30 \cdot \%C + 0{,}5\%Mn$$

$$Cr_e = \%Cr + \%Mo + 1{,}5 \cdot \%Si + 0{,}5 \cdot \%Nb.$$

La conținuturi mai scăzute de crom și nichel oțelurile din această categorie prezintă o structură feritomartensitică, fiind utilizate în construcția de mașini ca oțeluri pentru cementare sau pentru îmbunătățire, la fabricarea unor piese supuse la solicitări importante. Odată cu creșterea conținutului de crom și de nichel structura se modifică: martensitică, martensito-austenitică și, apoi, austenitică. Oțelurile care prezintă această structură sînt oțeluri inoxidabile, anticorosive și rezistente la temperaturi înalte. La conținuturi mari de crom și nichel oțelurile devin rezistente la temperaturi înalte și pot avea o structură compusă din austenită sau din austenită și ferită. *Oțel cu mangan*, oțel aliat în principal cu 0,8—15% mangan. Manganul mărește rezistența de rupere la tracțiune și limita de curgere a oțelului, crește adîncimea stratului de călire și micșorează viteza critică de călire. În stare laminată sau normalizată oțelul cu mangan prezintă bune proprietăți de rezistență și o tenacitate sporită. În funcție de conținutul de mangan și carbon pot fi: oțeluri cu structură perlitică cu 0,8—4,2% Mn și 0,1—1,2% C, oțeluri martensitice cu 0,10—0,5% C și 4,5—10% Mn și oțeluri austenitice cu un conținut de 12—15% Mn și 0,9—1,4% C. Din cauza fragilității ridicate în practică se utilizează oțelurile cu structură perlitică și austenitică. Oțelurile austenitice se caracterizează prin rezistență mare de rupere la tracțiune, tenacitate și duritate ridicate. Din grupa lor face parte *oțelul Hadfield*, care are un conținut de 1,0—1,4% C și 10—14% Mn, respectîndu-se raportul C: Mn = 1: 10. După o călire la 950° C posedă o bună tenacitate și o alungire mare (30—50%). Aplicînd în continuare un tratament de revenire, devine dur, duritate ce poate crește foarte mult prin ecruisare ($HB = 300—500$). Datorită rezistenței mari la uzură piesele fabricate din oțel Hadfield sînt utilizate la excavatoare, mașini de sfărîmat, macazuri pentru căi ferate etc. **oțel cu siliciu,** oțel aliat cu 0,5—4% siliciu. Structura lui este formată numai din ferită. Un adaos de 1% Si mărește rezistența de rupere la tracțiune cu cca 10 daN/mm², limita de curgere, călibilitatea și rezistența la uzură. Siliciul influențează pozitiv rezistivitatea oțelului și în consecință micșorarea pierderilor de energie prin curenții Foucoult, motiv pentru care este folosit la fabricarea tablelor pentru transformatoare și mașini rotative. Pînă la un conținut de 3% Si, se prelucrează prin deformare plastică la rece. Deoarece la un conținut de 4% Si oțelul are tendința de a forma fisuri intercristaline se laminează la o temperatură de 200—300° C. Pentru tabla de transformator se impune un conținut foarte redus de carbon și mangan. **o. a.** pot conține pînă la 50% elemente de aliere (oțelurile la care suma conținutului elementelor de aliere depășește 50% poartă denumirea de aliaje) și se clasifică în: înalt aliate, mediu aliate și slab aliate.

**oțel înalt aliat,** oțel aliat care conține în proporții ridicate unul sau mai multe elemente, adăugate în mod voit. Orientativ, conținuturile procentuale ale elementelor de aliere trebuie să fie mai mari de: 6,0% Si, 6,0% Mn, 6,0% Cr, 4,5% Ni, 1,0% Mo, 1,0% V, 4,0% W, 1,0% Co, 0,3% Al și 0,40% Cu, iar conținutul lor total trebuie să fie mai mare de 10%.

**oțel slab aliat,** oțel aliat care conține în proporții reduse unul sau mai multe elemente, adăugate în mod voit. Orientativ conținuturile procentuale ale elementelor de aliere trebuie să fie cuprinse în următoarele limite: 0,5—1,1% Si, 0,8—1,8% Mn, 0,3—0,5% Cr, 0,3—0,5% Ni, 0,05—

Scanned with OKEN Scanner

0,10% Mo, 0,05—0,10% V, 0,2—0,3% W și 0,2—0,3% Co iar conținutul lor total nu trebuie să depășească 5%. Sînt folosite în construcții metalice, pentru construcția de mașini și la armarea betonului.

**oțel nealiat,** oțel care pe lîngă fier și carbon mai conține, în cantități mici și alte elemente, ca: max. 0,50% Si, max. 0,90% Mn, max. 0,08% P, max. 0,08% S, max. 0,4% Cu, max. 0,3% Cr. Unele dintre acestea (P, S, Cu) sînt nedorite și considerate ca impurități fiind prezente datorită încărcăturii folosite și imperfecțiunii metodelor de elaborare de a le putea îndepărta complet din oțel. Altele (Mn, Si) sînt impuse în procesul de elaborare. În funcție de compoziția chimică și proprietăți mecanice **o. n.** se clasifică în oțel carbon de calitate și în oțel carbon obișnuit. *Oțel carbon de calitate,* oțel nealiat, tratat termic sau termochimic, folosit în construcția de mașini. La acest oțel se garantează atît compoziția chimică cît și caracteristicile mecanice corespunzătoare tratamentului termic aplicat, iar conținuturile de sulf și fosfor sînt limitate. *Oțel carbon obișnuit,* oțel nealiat folosit în mod curent, fără tratament termic, la construcții metalice, construcții de mașini etc.

*După anumite proprietăți speciale,* **o. a.** se clasifică în: **oțel anticorosiv,** oțel aliat, rezistent la acțiunea diverșilor agenți corosivi (aerul, apa de mare, acizi, săruri, soluții alcaline). Prezintă caracteristici mecanice superioare și o bună rezistență la temperaturi ridicate din care motiv poate fi considerat ca oțel refractar. Rezistența sa la acțiunea agenților chimici se datorează formării unui strat superficial, de obicei din oxizi stabili ai elementelor principale cu care se aliază. Aprecierile privind rezistența la coroziune a **o. a.** se pot face după mai multe criterii, frecvent folosite fiind sistemul Ritter și sistemul Krupp (tabelul 16). În sistemul Ritter rezistența la coroziune se exprimă în funcție de adîncimea de corodare, indicii de apreciere mergînd de la 0 la 8. Sistemul Krupp conține numai 5 indici de apreciere, rezistența la coroziune fiind determinată pe baza pierderilor în greutate rezultate din coroziune. Ele-

*Tabelul 16*

| Sistemul Krupp | | | Sistemul Ritter | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pierderi în greutate g/m².h | Indice | Aprecierea | Adîncimea de corodare mm/an | Indice | Indice Krupp |
| sub 0,1 | 1 | Foarte rezistent | 0,001 | 0 | 1 |
| 0,1—1 | 2 | Stabilitate satisfăcătoare | 0,01 | 1 | 1 |
| 1—3 | 3 | Stabilitate acceptabilă | 0,10 | 2 | 1 |
| 3—10 | 4 | Puțin stabil | 1,0 | 3 | 2 |
| peste 10 | 5 | Nerezistent | 10 | 4 | 4 |
| | | | 100 | 5 | 5 |
| | | | 1000 | 6 | 5 |
| | | | 10000 | 7 | 5 |
| | | | 100000 | 8 | 5 |

Scanned with OKEN Scanner

mentele principale de aliere sînt cromul și nichelul. Pe lîngă acestea, mai pot conține siliciu, aluminiu, molibden, wolfram, vanadiu, titan care favorizează formarea unei structuri de ferită sau, mangan, cupru, cobalt, azot care contribuie la formarea de austenită. Din punct de vedere structural se pot grupa în: a) *oțel martensitic* conținînd 0,25—0,44% C și 12—14% Cr. Rezistă bine la acțiunea atmosferică a apei de rîu, a aburului, față de unii acizi organici, în soluții de săruri și baze, în acid azotic și în clorură de sodiu. Se utilizează în construcția de mașini, ca oțel de scule etc.; b) *oțel ferito-martensitic*, cu un conținut 0,10—0,30% C, 14—18% Cr și 1,5—4,7% Ni. Prezintă o rezistență bună la acidul azotic și numeroase soluții de săruri ale acizilor organici și anorganici. Se folosește în construcția de mașini și la construcții metalice; c) *oțel feritic* cu un conținut sub 0,24% C și 11—27% Cr. Au largi utilizări, începînd de la obiecte de uz casnic pînă la utilaje și instalații din industria acidului azotic; d) *oțel austenito-martensitic* în a cărui compoziție chimică intră 0,9—1,0% C și 17—19% Cr. Este folosit la fabricarea rulmenților inoxidabili, cuțitelor și a diverselor piese supuse la uzură puternică și în medii corosive; e) *oțel austenitic* conținînd pe lîngă 16—19% Cr și 3,5—14% Ni, max. 0,80% Ti, 1,80—2,50% Mo sau 0,15—0,25% N. Prezintă un conținut scăzut de carbon (sub 0,12%). Cel mai reprezentativ din această categorie este oțelul cu un conținut de 18% Cr, 8% Ni și max. 0,10% C, cunoscut sub denumirea de oțel V2A și care prezintă o bună rezistență la acțiunea numeroșilor agenți chimici, la apa de mare și la oxidare în aerul atmosferic. Se elaborează, în general, în cuptoare electrice și poate fi turnat în piese sau prelucrat prin deformare plastică la cald. **Oțel inoxidabil,** oțel aliat rezistent la acțiunea aerului atmosferic. Pentru atmosfere nepoluate trebuie să conțină 12—13% Cr. Pentru atmosfere poluate și marine se recomandă oțelul V2A. Fac parte din grupa oțelurilor anticorosive. **Oțel patinabil,** oțel slab aliat cu rezistență mărită la coroziune atmosferică. Denumirea este atribuită după aspectul peliculei superficiale protectoare, formată din oxizii elementelor de aliere, de culoare cafeniu-roșcată care împiedică extinderea în adîncime a coroziunii. Oțelurile indigene cu astfel de caracteristici poartă denumirea de ROM—COR și sînt obținute prin aliere cu Cr, Cu, P și, uneori și cu Ni. Pentru construcții puternic solicitate, în locul fosforului se adaugă vanadiu. **Oțel refractar,** oțel aliat, rezistent la solicitări statice și dinamice în condiții de lucru la temperaturi ridicate (peste 600°C). Are o bună rezistență la oxidare asociată cu o bună rezistență mecanică la temperaturi înalte. Rezistența la oxidare se datorează formării unui strat superficial de oxid aderent și puțin permeabil, prin aliere cu crom în proporție mai mare de 5%. Refractaritatea oțelului se mărește dacă pe lîngă crom, oțelul mai conține aluminiu, siliciu sau nichel. Un adaos de molibden contribuie la îmbunătățirea rezistenței la fluaj. Din punct de vedere structural, pot fi clasificate în: a) *oțel martensitic cu crom* cu un conținut de 7—10% Cr, 2—3,5% Si și Mo în proporții reduse, folosit la fabricarea supapelor; uneori poate conține 13% Cr și proporții reduse de molibden, wolfram și vanadiu, în care caz prezintă o rezistență pînă la 800° C; b) *oțel feritic cu crom*, cu un conținut mai mare de 16% Cr și 0,10—0,12% C. La un conținut de 22—24% Cr (fără alte adaosuri) prezintă o rezistență bună la oxidare pînă la 1000° C, iar la un conținut de 28—30% Cr pînă la 1100° C. Un adaos de 5—6% alu-

Scanned with OKEN Scanner

miniu mărește rezistența la oxidare a oțelurilor cu 25—30% Cr pînă la o temperatură de 1300° C. Aceste oțeluri rezistă bine și în atmosfere sulfuroase; c) *oțel austenitic cu crom și nichel*, cu un conținut de 18% Cr, 8% Ni și adaosuri de titan sau niobiu. Prezintă o bună rezistență la oxidare pînă la temperaturi de 900° C. Cu un conținut de 25% Cr și 12% Ni, poate fi utilizat pînă la o temperatură de 1100° C iar cu 25% Cr, 20% Ni și 1—2% Si, pînă la temperatura de 1150° C. Se elaborează, în general, în cuptoare electrice și poate fi turnat în piese sau prelucrat prin deformare plastică la cald.

*După destinație* oțelurile se clasifică în:

**oțel de construcții,** oțel nealiat sau slab aliat de uz general, folosit în mod curent la construcții metalice și mecanice. Se livrează sub formă de semifabricate (blumuri, sleburi, țagle etc.) sau produse finite (profile simple sau fasonate, table, benzi, sîrme etc.). În cazul produselor finite nu mai sînt necesare deformări plastice la cald sau tratamente termice ulterioare. În categoria **o. de c.** intră și *oțelurile de ambutisare*. Acestea sînt oțeluri nealiate, laminate la cald sau la rece, cu cel mult 0,15% C urmînd a fi supuse prelucrării prin ambutisare. De obicei, se folosește oțelul necalmat, însă se pot obține rezultate bune și cu oțelul semicalmat sau calmat atunci cînd conținutul de carbon nu depășește 0,15%.

**oțel de scule,** oțel obținut prin deformare plastică (forjare, laminare etc.), aliat sau nealiat, folosit pentru fabricarea sculelor. Trebuie să prezinte o rezistență bună la uzură și să fie tenace. După operația de deformare plastică **o. de s.** se supun tratamentelor termice pentru a le mări duritatea. După destinație pot fi: oțeluri aliate de scule, oțeluri carbon de scule și oțeluri rapide de scule, denumite pe scurt *oțeluri rapide*.

*Oțelurile aliate de scule* se aliază cu Cr, Ni, W, V și Mn elemente care micșorează viteza critică de călire și favorizează formarea unor carburi mai dure decît carbura de fier, mărind astfel rezistența de uzură. Se elaborează, în general, în cuptoare electrice și se prelucrează prin deformare plastică la cald (laminare sau forjare). După destinația lor, se grupează (conform STAS) în oțeluri pentru scule aşchietoare și aparate de măsurat și oțeluri pentru scule de deformare și scule pneumatice. Din prima categorie fac parte: oțelurile cu adîncime de călire mică și oțelurile cu adîncime de călire mare, iar din a doua categorie oțelurile pentru deformare la rece, oțelurile pentru deformare la cald și oțelurile pentru scule pneumatice. Toate oțelurile aliate de scule conțin crom (0,40—13,0%) și nichel (pînă la 4,50%) și în funcție de utilizare mai pot conține mangan, wolfram, vanadiu sau molibden. *Oțelurile carbon de scule* sînt oțeluri carbon de calitate, cu conținut de carbon ridicat (0,65—1,45%), elaborate, de regulă, în cuptoare electrice și caracterizate prin grade mari de puritate, durități superficiale mari și miezuri tenace. Sînt folosite, în special, pentru fabricarea sculelor pentru prelucrări la rece. *Oțelurile rapide de scule* sînt oțeluri aliate, avînd ca principal element de aliere wolframul. Se folosesc la fabricarea sculelor pentru aşchiere la viteze mari, de unde derivă și numele. Mai sînt aliate cu crom, vanadiu, molibden și uneori și cu cobalt, elemente ce le conferă o rezistență la uzură ridicată și stabilitate pînă la o temperatură de cca 650° C. Proprietăți deosebite au oțelurile cu un conținut de: 18% W, 4% Cr, 1% V și 5% Co. Se elaborează în cuptoare electrice și se prelucrează prin deformare plastică la cald după care se tratează termic.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul în care sînt destinate unei utilizări limitate se clasifică în:
**oțel beton,** oțel nealiat sau slab aliat, utilizat pentru armarea betonului. În mod obișnuit se prezintă, sub formă de sîrme și bare rotunde sau profilate al căror diametru nominal variază între 6 și 40 mm. Proprietățile mecanice principale după care se apreciază *oțelul beton* sînt: rezistența de rupere la tracțiune, alungirea și limita de curgere. Mărcile de beton fabricate în țara noastră prezintă o rezistență de rupere la tracțiune cuprinsă între 38 și 90 daN/mm². Aderența metalului cu betonul, caracteristică importantă a **o. b.,** se îmbunătățește prin fabricarea **o. b.** sub formă de bare profilate. Face parte din categoria oțelurilor laminate la cald.
**oțel pentru arcuri,** oțel nealiat sau slab aliat, caracterizat printr-un domeniu foarte larg de deformare elastică și cu o bună rezistență la oboseală, utilizat la fabricarea arcurilor. Prezintă o limită de curgere și o rezistență de rupere la tracțiune ridicate (pînă la 140—160 daN/mm²). Caracteristicile mecanice ale acestui oțel se obțin prin conținuturi mărite de C, Si, Mn, prin adaosuri de Cr, V sau alte elemente de aliere și prin tratamente termice.
**oțel pentru automate,** oțel cu conținut mărit de sulf și fosfor, laminat la cald sau tras la rece, de secțiune rotundă, pătrată sau hexagonală, care se prelucrează cu viteze mari de așchiere la mașini-unelte automate. Conținutul de max. 0,35% S din aceste oțeluri mărește pericolul formării fisurilor sau crăpăturilor la operațiile de deformare plastică, pentru evitarea cărora se impune utilizarea unor temperaturi cuprinse între 1000 și 1250° C.
**oțel pentru cazane,** oțel nealiat sau slab aliat sub formă de tablă laminată la cald, folosit la construcția de cazane și recipiente sub presiune. **o. pentru c.** se grupează (conform STAS) în oțeluri pentru recipiente sub presiune la temperaturi normale și joase și oțeluri pentru cazane și recipiente sub presiune la temperaturi înalte.
**oțel pentru pile,** oțel nealiat sau slab aliat cu crom, prezentînd o bună capacitate de deformare plastică la cald, utilizat la fabricarea pilelor. Permite uzinarea ușoară a părții active care își menține o duritate ridicată după tratamentul termic.
**oțel pentru piulițe,** oțel fosforos (0,15—0,35% P), laminat la cald, folosit la fabricarea prin presare la cald a piulițelor. Are un conținut scăzut de carbon (0,06—0,12%) și prezintă o rezistență de rupere la tracțiune de 42—58 daN/mm².
**oțel pentru rulmenți,** oțel aliat, laminat la cald sau tras la rece prezentînd caracteristici mecanice ridicate privind rezistența de rupere la tracțiune, compresiune, forfecare, oboseală și la uzură, folosit la fabricarea rulmenților. Caracteristicile mecanice superioare necesare se obțin la oțelurile hipereutectoide prin aliere cu crom sau cu crom, mangan și siliciu și prin tratament termic (călire și revenire). Uneori se utilizează la fabricarea rulmenților oțel cu 0,4—0,5% C aliat cu crom sau cu mangan și siliciu sau oțel inoxidabil aliat cu 13% Cr. În mod obișnuit **o. pentru r.** se elaborează în cuptoare electrice sau în cuptoare Martin acide.
**oțel pentru supape,** oțel nealiat sau aliat folosit la fabricarea supapelor și locașurilor pentru supape de la motoarele cu ardere internă. Pe lîngă rezistența la oxidare la temperaturile de lucru, aceste oțeluri trebuie să prezinte caracteristici superioare privind rezistența la oboseală, fluaj, uzură alături de o bună tenacitate atît la temperatură normală cît și la temperatură ridicată. Pentru obți-

Scanned with OKEN Scanner

nerea acestor proprietăți se utilizează pe scară largă oțelurile aliate în principal cu crom (6—12% Cr), care mai pot conține: Si, Ni, Mo, W, Nb și N și cărora li s-a aplicat un tratament termic adecvat de călire și revenire.

**oțel pentru turbine,** oțel aliat, destinat fabricării rotorilor și paletelor turbinelor de gaz sau ale turbinelor cu vapori de apă. Are rezistență mare la fluaj și oboseală, la temperaturi ridicate, tenacitate suficientă atît la temperaturi obișnuite cît și la temperaturi ridicate, rezistență la coroziune la temperaturile de lucru, asociate cu o bună plasticitate și prelucrabilitate. Se folosesc oțeluri austenitice cu conținut ridicat de crom și nichel iar în ultimul timp, oțeluri feritice sau martensitice aliate cu crom și cu elemente durificante ca V, Mo, Nb. Uneori se aliază cu molibden și wolfram menținînd în același timp conținutul de crom între 10 și 12%.

**oțel pentru țevi,** oțel nealiat sau aliat, laminat, utilizat la fabricarea țevilor de uz general pentru construcții și instalații, a țevilor pentru cazane și cuptoare și a țevilor destinate industriei petroliere (prăjini de foraj, burlane, țevi de extracție etc.). Oțelurile nealiate pentru țevi au un conținut de carbon cuprins între 0,06 și 0,50% și o rezistență minimă de rupere la tracțiune variind între 32 și 65 daN/mm². Pentru țevi de cazane și cuptoare, pe lîngă oțeluri nealiate se utilizează și oțeluri slab aliate cu crom, molibden și vanadiu care contribuie la creșterea limitei tehnice de curgere și a rezistenței la fluaj. În cazul țevilor destinate industriei petroliere alături de oțelurile nealiate se folosesc oțeluri slab aliate cu mangan, uneori și cu molibden. Cu anumite excepții, oțelurile nealiate pentru țevi se obțin din oțeluri calmate.

*Dintre oțelurile care necesită tratamente termice* fac parte:

**oțel de cementare,** oțel nealiat sau aliat, cu max. 0,25% C susceptibil la tratamentul termochimic de cementare urmat de călire și revenire, în scopul creșterii rezistenței la uzură a stratului superficial, datorită formării unei structuri martensitice. O bună rezistență la uzură se obține cînd stratul cementat, după călire și revenire prezintă o duritate *HRC* 58—60. **o. de c.** posedă o tenacitate ridicată. Se utilizează pentru fabricarea bolțurilor pentru pistoane, axe cu came, roți dințate, arbori, axe, conuri pentru sape de foraj etc.

**oțel de îmbunătățire,** oțel nealiat sau aliat cu un conținut de carbon cuprins între 0,25 și 0,65%, susceptibil la tratamentul de călire și revenire, în urma căruia i se conferă rezistență de rupere la tracțiune, tenacitate, duritate. Valorile caracteristicilor mecanice ale **o. de î.** depind într-o mare măsură de temperatura de revenire. Sînt utilizate în construcția de mașini.

**oțel pentru călire superficială,** oțel nealiat sau aliat, cu un conținut de min. 0,35% C, avînd calități corespunzătoare pentru tratamentul termic de călire superficială, în vederea obținerii unui strat exterior cu rezistență mare la uzură. În același timp prezintă un miez cu rezistență și tenacitate ridicate. Duritatea stratului călit superficial este mai mare pe măsură ce conținutul de carbon este mai ridicat iar grosimea acestui strat crește odată cu mărimea conținutului unor elemente de aliere. În comparație cu oțelurile cementate, au același conținut de carbon în toate secțiunile piesei. Pentru a se evita formarea fisurilor în urma tratamentului de călire, se reduc la minimum unele elemente însoțitoare cum sînt: mangan, siliciu, crom și nichel și se adaugă, totodată canti-

Scanned with OKEN Scanner

tăți mici de aluminiu, titan, vanadiu etc. De asemenea, oțelul trebuie să mai posede și o călibilitate redusă.

**oțel pentru nitrurare,** oțel susceptibil la tratamentul termochimic de nitrurare, aliat cu elemente (aluminiu, crom, molibden, vanadiu, titan etc.) capabile să formeze nitruri care conferă stratului superficial o duritate mult mai ridicată decît în cazul cementării și o bună rezistență la coroziune. În compoziția chimică a unora dintre ele se introduce și nichel pentru mărirea capacității de călire (călibilității). Se utilizează la executarea pieselor supuse la uzuri puternice în medii corosive (roți dințate, organe ale motoarelor de avion, motoarelor Diesel, scule speciale etc.).

*În funcție de conținutul de carbon, duritate și plasticitate* se disting:

**oțel extramoale,** oțel în stare laminată și recoaptă cu un conținut de cca 0,080% C și cu o structură formată în majoritate din grăunți de ferită. Prezintă o bună plasticitate, fiind foarte maleabil și ductil. Se utilizează la producerea sîrmei, pentru ambutisare adîncă etc.

**oțel moale,** oțel în stare laminată și recoaptă avînd un conținut de cca 0,20% C cu structura formată din grăunți de ferită și perlită. Prezintă o bună plasticitate și tenacitate. Se utilizează sub formă de sîrmă, tablă, benzi etc.

**oțel semidur,** oțel în stare laminată și recoaptă cu un conținut de cca 0,40% C și structura formată din ferită și perlită în proporții aproximativ egale. Se utilizează în construcția de mașini atît în stare normală cît și tratat termic.

**oțel dur,** oțel cu un conținut de cca 0,6% C, în stare recoaptă avînd o structură formată în majoritate din perlită lamelară. Are o comportare bună la prelucrarea prin deformare plastică la cald și se poate trata termic. Se utilizează în construcția de mașini.

**oțel foarte dur,** oțel cu un conținut de cca 0,80% C, în stare recoaptă avînd o structură formată numai din perlită lamelară. Prezintă duritate și rezistență de rupere la tracțiune ridicate.

**oțel extradur,** oțel cu un conținut de cca 1,10% C. Structura sa este alcătuită din perlită și cementită secundară care îi conferă duritate foarte mare. Se utilizează ca oțel pentru scule.

După *structura caracteristică* oțelurile pot fi clasificate în:

**oțel austenitic,** oțel aliat a cărui structură este formată în întregime din austenită datorită alierii cu unele elemente (nichelul, manganul și azotul) care deplasează punctul de transformare $\alpha \rightarrow \gamma$ la temperaturi joase, îngustînd astfel mult domeniul feritic. Oțelul nu poate fi normalizat și nici îmbunătățit. O granulație mai fină se poate obține prin deformare plastică urmată de o recoacere de recristalizare.

**oțel eutectoid,** oțel cu un conținut aproximativ de 0,85% C. După recoacere are structură formată numai din perlită.

**oțel feritic,** oțel aliat a cărui structură este formată numai din ferită datorită alierii cu siliciu, wolfram, crom, molibden, titan, vanadiu și aluminiu elemente care îngustează mult domeniul austenitei. Nu pot fi normalizate sau îmbunătățite. O transformare a grăunților se poate obține aplicînd o prelucrare plastică la cald urmată de o recristalizare și numai în cazul pieselor cu configurație simplă. Un exemplu de **o. f.** este oțelul cu 3—5% Si și 0,05% C folosit în electrotehnică.

**oțel hipereutectoid,** oțel cu un conținut de 0,85—1,70% C. (După unii autori conținutul în C este cuprins

Scanned with OKEN Scanner

între 0,85 și 2,06%). În stare recoaptă prezintă o structură alcătuită din cementită secundară și perlită.

**oțel hipoeutectoid,** oțel al cărui conținut de carbon este mai mic de o,85%. În stare recoaptă prezintă o structură formată din ferită și perlită. Cantitatea de perlită crește proporțional cu creșterea conținutului de carbon.

**oțel ledeburitic,** oțel aliat care conține în structura sa ledeburită, datorită alierii cu unele elemente ca wolfram, sau crom care deplasează mult punctul de transformare eutectic (din diagrama Fe—C) spre stînga, adică la un conținut mai scăzut de carbon. În acest caz ledeburita reprezintă un eutectic ternar format din austenită și carburi.

**oțel martensitic,** oțel aliat a cărui structură, obținută prin răcire în aer liber, este alcătuită din martensită. Principalul element de aliere al acestor oțeluri este cromul în proporție de 4 pînă la 19%. Mai poate conține siliciu, nichel, wolfram, molibden și vanadiu. Deoarece la oțelurile nealiate, structura martensitică se obține în urma unui tratament de călire **o m.** poate fi considerat ca un oțel autocălibil.

*După forma de livrare* se deosebesc în principal:

**oțel laminat,** oțel nealiat sau aliat care trebuie să prezinte bune proprietăți de deformare plastică în vederea prelucrării lui prin laminare. În funcție de temperatura de laminare, acesta poate fi laminat la cald sau laminat la rece. *Oțelul laminat la cald,* produs din oțel sub formă de bandă, tablă, țeavă, profil (I, U, T, cornier etc.) se obține prin laminare, la o temperatură mai înaltă decît temperatura de recristalizare a oțelului respectiv. Practic temperatura de laminare la cald, $T_1$, se alege în funcție de temperatura de topire, $T_t$, pe baza relației: $T_1 \geqslant 0{,}70\ T_t$. *Oțelul laminat la rece,* produs din oțel sub formă de bandă, țeavă, profil (U, T, Z, cornier, rotund etc.), se obține prin laminare la o temperatură inferioară temperaturii de recristalizare a oțelului respectiv.

**oțel turnat,** oțel nealiat sau aliat care poate fi turnat în forme, în vederea obținerii pieselor turnate. Deoarece piesele brute rezultate din turnare sînt fragile se supun în mod obligatoriu unui tratament de recoacere. **o. t.** permite producerea pieselor de dimensiuni variate și forme complicate, care nu pot fi realizate prin matrițare sau forjare.

În prezent *simbolizarea oțelurilor* standardizate se face cu litere și cifre, astfel. În cazul oțelurilor nealiate cu litere se indică inițialele caracteristice denumirii oțelurilor respective (OL — oțel carbon de uz general laminabil; OLC — oțel carbon de calitate, laminabil; OT — oțel turnat). În cazul oțelurilor de uz general cu cifre, în continuare, se indică rezistența minimă la tracțiune (în afară de OL 00), cu altă cifră, precedată de un punct, clasa de calitate (1; 2 și 3) și cu literă mică, în continuare, gradul de dezoxidare (*n* — necalmat; *s* — semicalmat; *k* — calmat). Exemple: OL 37 — oțel de uz general cu rezistență minimă la tracțiune, 37 daN/mm²; OL 34 · 3 *k* — oțel de uz general cu rezistență minimă de rupere de 37 daN/mm², din clasa de calitate 3, calmat. În cazul oțelurilor de calitate simbolul literal este urmat de o cifră care indică sutimi de procent carbon. De ex.: OLC 45 — oțel carbon de calitate cu 0,45% C; în cazul oțelurilor carbon superioare la sfîrșit se trece litera *X*. De ex.: OLC 30 *X* — oțel carbon superior cu 0,30% C. Oțelurile carbon turnate în piese se notează cu simbolul OT urmat de valoarea rezistenței minime la trac-

Scanned with OKEN Scanner

țiune, de grupa și de numărul standardului. De ex.: OT 40 · 1 STAS 600—65. În cazul oțelurilor aliate la început, cu cifre, se indică în sutimi de procent conținutul de carbon, în continuare cu inițiale elementele principale de aliere (M — mangan; S — siliciu; C — crom; V — vanadiu; N — nichel; Mo — molibden; Cu — cupru; T — titan; B — bor; A — aluminiu; Nb — niobiu), iar la sfîrșit, cu cifre, conținutul în sutimi de procent, de element principal de aliere. În cazul oțelurilor aliate turnate simbolizarea este aceeași, în plus avînd în față litera T. La sfîrșit, cu X se notează caracterul special și cu I se indică starea cojită. De ex.: T 30 MoCN 14 XI — oțel aliat, special, turnat cojit, cu conținut mediu de 0,30% C, 0,25% Mo, 1,45% Cr și 1,4% Ni. Oțelurile cu destinație specială se simbolizează cu: OSC — oțel de scule urmat de o cifră care indică conținutul mediu de carbon în zecimi de procente și, la conținut ridicat de mangan, de litera M; OSP — oțel pentru pile, urmat de o cifră care indică procentul mediu de carbon în zecimi de procente și, la conținut ridicat de crom; de Cr; OSL — oțel pentru scule destinate prelucrării materialelor nemetalice, urmat de numărul de ordine al mărcii respective (de la 1 la 5); oțeluri aliate pentru scule — la început cu litere se indică elementele de aliere, iar cu cifre, în zecimi de procent, conținutul mediu al elementului principal de aliere (de ex.: VSCW 45 — oțel aliat cu V, Si, Cr și 4,5% W); Rp — oțel rapid, urmat de numărul de ordine al mărcii (de ex.: Rp 5); OLT — oțel pentru țevi de uz general, urmat de valoarea minimă a rezistenței la tracțiune (OLT 45) (în cazul țevilor pentru cazane și cuptoare este urmat de litera k); RUL — oțel de rulmenți; OP — oțel fosforos de piulițe, urmat de valoarea rezistenței la tracțiune; AUT — oțel de automate, urmat de conținutul de carbon în sutimi de procent (simbolul se completează cu litera M la conținut de mangan > 1%) (AUT 12 M); ARC — oțel de arcuri, urmat de numărul de ordine al mărcii respective (în caz de livrare recopt se adaogă litera R) (ARC 5 A). Gruparea și simbolizarea (prin desene și litere) semifabricatelor laminate folosite în mod curent este reglementată prin STAS 5948—66.

**OȚELAR,** specialist (muncitor, inginer sau tehnician) în elaborarea și turnarea oțelurilor.

**OȚELĂRIE,** secție de producție pentru oțel din cadrul unui combinat siderurgic sau din cadrul unei întreprinderi metalurgice, în care se execută toate operațiile legate de elaborarea și turnarea oțelurilor. Sînt organizate în funcție de procedeul de elaborare, capacitatea de producție, de amplasare etc. astfel încît să asigure un flux rațional de materiale corespunzător procedeului de elaborare. Pentru oțelăriile Siemens-Martin se aplică tipul de organizare european, american sau în bloc. La **O.** organizate după tipul european, materialele solide care compun încărcătura se găsesc amplasate pe latura platformei de lucru opusă cuptoarelor și sînt introduse în cuptor cu ajutorul macaralelor cu troacă. **O.** organizate după tipul american utilizează pentru introducerea materialelor solide în cuptor mașina de încărcare la sol, trocile care conțin materialele solide fiind aduse pe platforma de lucru, în fața cuptoarelor, pe vagoane de cale ferată. *Oțelăriile în bloc* sînt alcătuite din două sau mai multe hale care cuprind cuptoare de mare capacitate. Organizarea tip bloc se aplică și în cazul elaborării oțelului în convertizoare cu oxigen.

**OXIDAREA CROMULUI,** reacție de îndepărtare a cromului dintr-un aliaj

prin transformarea lui în oxid de crom, $Cr_2O_3$ (la procedeul bazic) sau CrO (la procedeul acid), care, de obicei, trece în zgură. La elaborarea oțelurilor, **O. C.** prezintă o importanță deosebită, avînd loc în perioada de afinare, concomitent cu oxidarea siliciului și manganului, după reacțiile: $3FeO + 2Cr = Cr_2O_3 + 3Fe$ (la procedeul bazic) și $FeO + Cr = CrO + Fe$ (la procedeul acid). Reacția de oxidare are loc cu viteză mare la început, cînd temperatura băii este scăzută. Dacă temperatura băii este ridicată este posibilă reducerea oxidului de crom din zgură cu carbonul din baia metalică, crescînd astfel conținutul de crom din aceasta: $Cr_2O_3 + 3C = 2Cr + 3CO$. Făcînd parte dintre elementele scumpe cromul trebuie recuperat din încărcătură prin favorizarea reacției de reducere (se asigură o încărcătură cu conținut ridicat în Si și Mn, o temperatură ridicată a băii metalice și o zgură cu o bazicitate nu prea mare, motiv pentru care este necesar ca încărcătura să conțină puțin P și S). Dacă se urmărește îndepărtarea cromului este necesar să se elaboreze la o temperatură mai scăzută a băii metalice folosind o încărcătură cu conținut mic de Si și Mn și o zgură cu o bazicitate ridicată. O oxidare completă a elementului nu este posibilă. La procedeul acid, reducerea cromului din zgură în baie se realizează într-un procent mai mare decît la procedeul bazic.

**OXIDAREA MANGANULUI,** reacție de îndepărtare a manganului dintr-un aliaj prin transformarea lui în oxid manganos, MnO, care, de obicei, trece în zgură. Prezintă importanță, în mod deosebit la elaborarea oțelurilor, avînd loc în perioada de afinare, conform reacției: $Mn + FeO = MnO + Fe$. Reacția este exotermă și se desfășoară la început, cînd temperatura băii metalice este mai scăzută. Trecerea oxidului de mangan în zgură se face sub formă de silicați sau a unei soluții formate între MnO și FeO. Reacția este mai intensă cu cît concentrația din zgură a MnO este mai mică și a FeO mai mare. La procedeul acid concentrația de MnO liber în zgură este mică, acesta prezentîndu-se sub formă de silicați. Ca urmare, chiar dacă temperatura băii metalice crește, reducerea oxidului de mangan din zgură în baie nu poate avea loc și manganul, în cazul procedeului acid este oxidat aproape complet. La procedeul bazic, cînd temperatura băii crește și pe măsură ce concentrația de MnO liber din zgură se mărește începe reacția de reducere a acestuia din zgură cu carbonul din baia metalică după reacția: $MnO + C = CO + Mn$. În funcție de temperatura băii metalice și modificînd compoziția chimică a zgurei (bazicitatea, conținutul de FeO și MnO) se pot influența reacțiile de oxidare sau de reducere a manganului. De menționat că la unele procedee de elaborare, **O. M.** poate avea loc și în cursul perioadei de topire.

**OXIDAREA SILICIULUI,** reacție de îndepărtare a siliciului dintr-un aliaj prin transformarea lui în dioxid de siliciu, $SiO_2$, care de obicei trece în zgură. Prezintă importanță, în special, la elaborarea oțelurilor, avînd loc în perioada de afinare, după reacția: $Si + 2FeO = SiO_2 + 2Fe$. Dioxidul de siliciu rezultat se combină cu oxidul feros, FeO și oxidul manganos, MnO din baia metalică formînd silicați insolubili care se ridică la suprafață și trec în zgură. Reacția este exotermă și se desfășoară cu o viteză cu atît mai mare cu cît temperatura băii metalice este mai scăzută (deci la începutul afinării). În cazul procedeului bazic, silicații de fier și mangan din zgură reacționează cu oxidul de calciu formînd silicat de calciu stabil, ceea ce

Scanned with OKEN Scanner

permite oxidarea completă a elementului din baia metalică. La procedeul acid, pe măsură ce are loc **O. S.**, zgura își mărește concentrația în $SiO_2$, silicații de fier și mangan fiind instabili. Cînd temperatura băii metalice este suficient de mare se produce reacția de reducere a dioxidului de siliciu din zgură, cu carbonul din baia metalică conform reacției: $2C + SiO_2 \rightarrow Si + 2CO$. În consecință, la procedeul acid, siliciul se oxidează la început, iar spre sfîrșitul oxidării începe reducerea siliciului din zgură și trecerea lui în baia metalică. De menționat că, în cazul unor procedee de elaborare, **O. S.** poate avea loc și în cursul perioadei de topire.

**OXIZI DE FIER,** combinații ale fierului cu oxigenul. Se cunosc: oxidul fierului divalent FeO (wüstitul), oxidul fierului di- și trivalent $Fe_3O_4$ (magnetit) și oxidul fierului trivalent $Fe_2O_3$ (hematit). Din diagrama de echilibru fier-oxigen (fig. O. 9) se observă că $Fe_3O_4$ și $Fe_2O_3$ au o compoziție chimică precisă, cu un conținut de 27,6% și, respectiv, de 30% oxigen, în timp ce wüstitul este o soluție solidă de $Fe_3O_4$ în FeO și are un conținut variabil de oxigen cuprins între 22,9 și 25,6%. Tot în această diagramă se poate constata că limita inferioară a temperaturii de stabilitate a wüstitului este de 570°C, sub această temperatură descompunîndu-se în fier și magnetit. La temperaturi peste 570° C disocierea **O. de F.** se desfășoară conform schemei: $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ iar la temperaturi sub 570°C după schema: $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$.

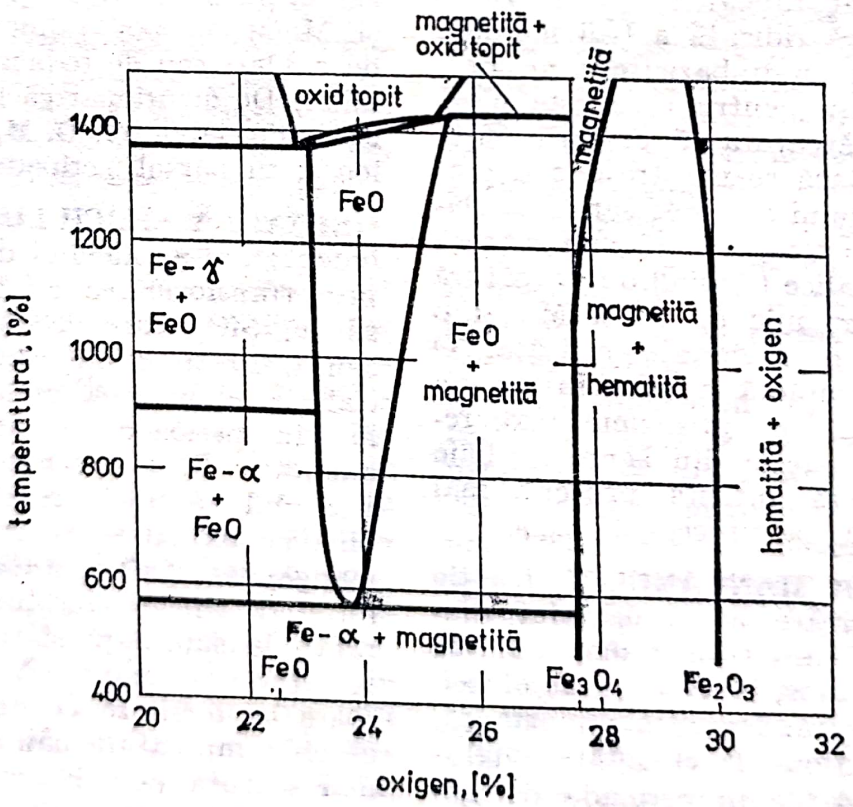



**Fig. O. 9.**

# P

**PALADIU,** Pd, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 46, masa atomică 106,4, valența II, IV. A fost descoperit (1803) de W. H. Wollaston. În natură se găsește în stare nativă în cantități mici. Metal prețios alb-argintiu, cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și nu prezintă alte forme alotropice. Are densitatea 12,16 kg/dm³, p.t. 1555°C, p.f. 3170°C, căldură masică (la 20°C) 245 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}695 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,108 $\Omega \cdot mm^2/m$. Maleabil și mai puțin dur, **P.** are modulul de elasticitate $E = 12\,680$ daN/mm². Exceptînd apa regală și acidul azotic nu este atacat de nici un acid. Ca și platina are o afinitate mai redusă față de oxigen, cu care se combină la cald. Tot la cald formează o serie de combinații chimice cu halogenii și hidroxizii alcalini. Se utilizează la elaborarea unor aliaje și drept catalizator (negru de paladiu).

**PASTĂ DE ETANȘARE,** material auxiliar folosit în turnătorii pentru etanșarea mărcilor miezurilor, astfel încît metalul lichid să nu pătrundă prin jocul mărcilor la canalele de aerisire și pentru etanșarea semiformelor în suprafața de separație în vederea împiedicării ieșirii metalului lichid din formă în timpul turnării. Etanșarea se realizează interpunînd între suprafețele care trebuie etanșate un material păstos, plastic și refractar, întins în strat continuu și subțire. **P. de E.** conțin componenți refractari (bentonită, caolină, argilă etc.) și un solvent (apă, ulei etc.). Exemple de compoziții: 55,5% caolină și 44,5% apă sau 80% nisip cuarțos fin, 3% bentonită, 2% leșie sulfitică și 15% apă.

**PATENTARE,** procedeu pentru tratamentul termic al sîrmelor din oțel cu peste 0,35%C, produse prin tragere, în vederea obținerii unei structuri sorbitice. Este o călire izotermă și constă dintr-o încălzire între 850 și 1100°C (în funcție de conținutul de carbon din oțel), urmată de o răcire rapidă la 400—550°C (în baie de plumb sau într-o sare topită) și, apoi, de o răcire în aer liber pînă la temperatura mediului ambiant. Stabilirea temperaturii de călire se face cu ajutorul relației: $T_c = 900 + 10d - 50\,C$, în care $d$ este diametrul sîrmei (mm), iar $C$ reprezintă conținutul de carbon din oțel (în %). Materialul se menține la temperatura de călire o anumită perioadă de timp care poate fi aproximat astfel: $t_1 = \frac{T_c}{30} \cdot d$. De asemenea, durata de menținere a sîrmei în baia de răcire se poate stabili cu următoarea formulă: $t_2 = 15 + 10d$. În prezent, s-a introdus *patentarea în strat fluidizat*, metodă care a permis includerea acestei operații în fluxul continuu de fabricare a sîrmelor.



Scanned with OKEN Scanner

**PATON, BORIS EVGHENEVICI** (n. 27 nov. 1918, Kiev), tehnolog și metalurg sovietic. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Cercetări fundamentale în domeniul sudării electrice a materialelor metalice. A stabilit procesele de bază ale sudării cu arc electric închis. În 1952 a descoperit (în colaborare) o metodă de sudare a pieselor metalice groase. Contribuții la dezvoltarea controlului prin comandă program a sudării.
**Op. pr.:** *Eksperimentalnoe isledovanie proțesa avtomaticeskoi svarki pod kloem fliusa* (1944); *Electroșlakovaia svarka* (1960); *Electrooborudovanie dlia kontaktoi svarki. Elementî teorii* (1969); *Plazmenîe proțesî v metalurghii i tehnologhii neorganiceskih materialov* (1973).

**PATRONIT,** mineral cu compoziție complexă cu predominarea $V_2S_x$, cristalizat în sistemul monoclinic, denumit și *rizopatronit*. Are culoare gri-închis și conține 19—24% V. Minereul cu **P.** este folosit ca minereu de vanadiu.

**PAVLOV, IGOR MIHAILOVICI** (n. 23 iun. 1900, Sulin, Rostov), metalurg sovietic. Profesor la Institutul Politehnic din Leningrad și la Institutul Oțelului din Moscova. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Cercetări în domeniul teoriei deformărilor plastice și laminării. Contribuții la teoria laminării. Contribuții la teoria prelucrării materialelor metalice sub acțiunea presiunii.
**Op. pr.:** *Teoria prokatki* (1934).

**PAVLOV, MIHAIL ALEKSANDROVICI** (n. 22 ian. 1863, Bojii Promîsel, Lenkoran — m. 10 ian. 1958, Moscova), metalurg sovietic. Profesor la Institutul Politehnic din Petersburg (azi, Leningrad — U.R.S.S.), la Academia de Mine și la Institutul Oțelului din Moscova. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Lucrări în domeniul teoriei și construcției furnalelor. Unul dintre conducătorii lucrărilor de construcție și punere în funcțiune a furnalelor de mare capacitate din U.R.S.S.
**Op. pr.:** *Vospominania metalurghia* (1945); *Metalurghia ciuguna* (1948); *Rascet domenîh șiht* (1951).

**PĂCURĂ,** fracțiune grea obținută la distilarea primară a țițeiului. Are putere calorică mare (cca 42 000 kJ/kg) și este folosită ca materie primă pentru obținerea unor produse chimice și drept combustibil.

**PELETE → PELETIZARE.**

**PELETIZARE,** operație de transformare în pelete a minereurilor sau a concentratelor umede, foarte fine (sub 0,2 mm), care nu se pot supune operației de aglomerare. Procedeul elaborat de metalurgul suedez A. G. Anderson a fost patentat în 1912. Operația constă în rostogolirea materialului pînă la formarea unor sfere, în timpul căreia se realizează aderența particulelor fine umezite (formîndu-se straturi aderente succesive) prin lipirea granulelor datorită filmului de apă, a cărui tensiune superficială asigură aderența. Se formează mici sfere cu diametrul de 10—25 mm *(pelete crude)* care, în final, sînt durificate *(pelete durificate)* la temperaturi de cca 1200—1300°C. Formarea peletelor este mult ușurată prin adăugarea unui liant (bentonita, clorura de calciu, leșia sulfitică) care permite o aderență mecanică mai bună a diferitelor granule de minereu și poate produce o întărire a peletelor în stare crudă. Peletele pot fi produse fără adaos de fondanți *(pelete acide)* sau cu adaos de fondanți *(pelete autofondante)*. În ultima vreme se observă o tendință spre obținerea peletelor metalizate *(pelete prereduse)*. Obținerea acestora la scară industrială se face cu ajutorul procedeelor de reducere directă (Midrex, Wiberg, Purofer etc.). În funcție de compoziția chimică a minereului și de gra-

Scanned with OKEN Scanner

dul de metalizare, peletele prereduse se folosesc fie direct la elaborarea oțelului în cuptoare electrice, fie în încărcătura furnalelor. Producerea peletelor crude se realizează prin trei procedee:

**peletizare în taler,** (fig. P. 1), procedeu de obținere a peletelor crude într-un

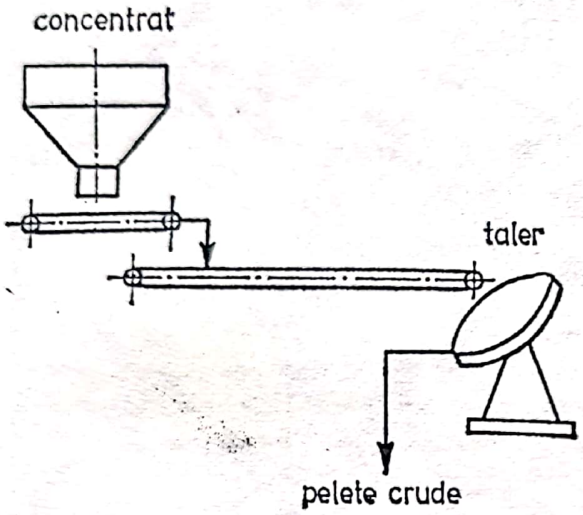



**Fig. P. 1.**

peletizor tip taler. Acesta constă dintr-un platou circular sub formă de taler montat pe un dispozitiv care-i permite înclinarea cu diverse unghiuri față de orizontală și rotirea cu turații variabile în jurul axului ce trece prin centrul lui. Talerul, confecționat din fontă sau oțel turnat, are înălțimea de 200—700 mm și diametrul 2—6 m. Amestecul de peletizat este umezit cu ajutorul unui dispozitiv de stropire care pulverizează foarte fin apa. În interiorul talerului se găsește montat un cuțit pentru răzuirea materialului care aderă la pereții talerului. Răzuirea se face astfel încît pe suprafața interioară să se mențină un strat de material de grosime constantă, care joacă rolul de pat, ducînd la îmbunătățirea condițiilor de peletizare. Prin rostogolire peletele își măresc diametrul și ajungînd la dimensiuni de 10—25 mm deversează peste marginea talerului, fiind apoi dirijat către instalația de durificare. Peletizorul taler cu diametrul de 6 m are o producție de 2 000 t pelete/zi.

**peletizare în tambur cilindric,** (fig. P. 2), procedeu de peletizare ce are loc într-o tobă cilindrică. În interiorul tobei care are suprafața interioară netedă se montează o țeavă cu orificii

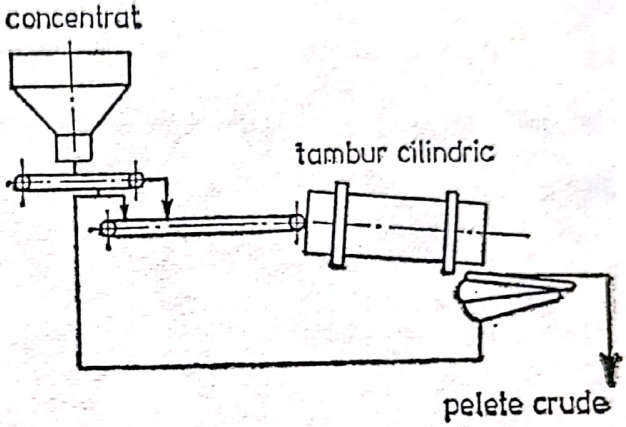



**Fig. P. 2.**

pe toată lungimea, prin care se adaugă apa pentru umezire. Tot în interior este prevăzut și un cuțit pentru răzuirea materialului, operație care se face în același mod ca la peletizorul tip taler. Raportul între lungimea și diametrul tobei variază între 2—3,5; unghiul de înclinare al tobei față de orizontală este de 2—4°. Turația tobei se stabilește în funcție de caracteristicile materialului supus peletizării și de valoarea urmărită pentru dimensiunea finală a peletelor. Deoarece la trecerea minereului prin tambur se formează pelete de diferite dimensiuni la ieșirea din tambur, peletele se supun operației de clasare, recirculînd în proces peletele mărunte. Producția unui tambur cilindric de peletizare (diametrul 2,4 m, lungimea 7—8 m și viteza periferică de 8 m/min) atinge 1 000 t/zi. În fig. P. 3 se prezintă o instalație de

**p. în t. c.**

**peletizare în tambur conic,** (fig. P. 4), procedeu de peletizare, care reprezintă o variantă combinată a procedeului

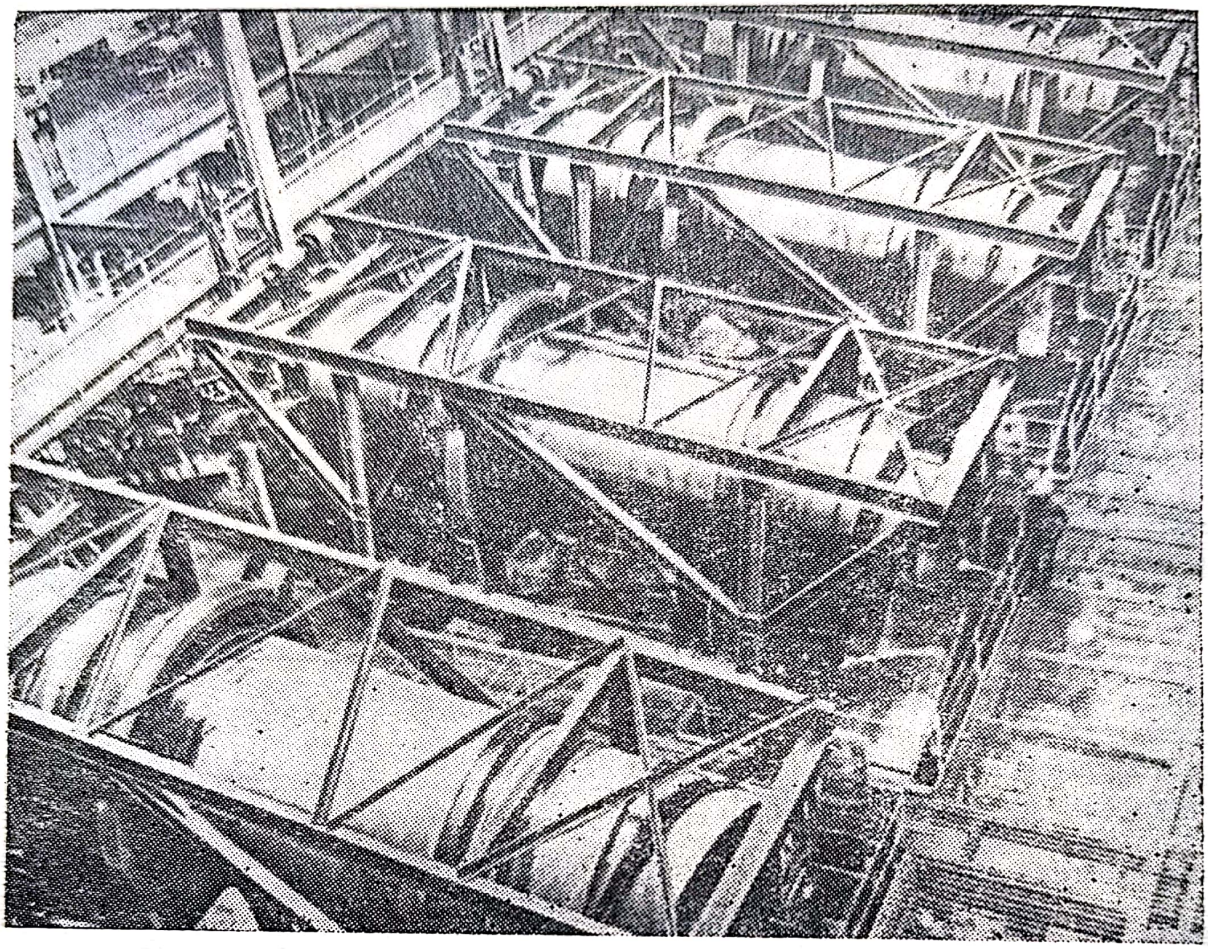


Fig. P. 3.

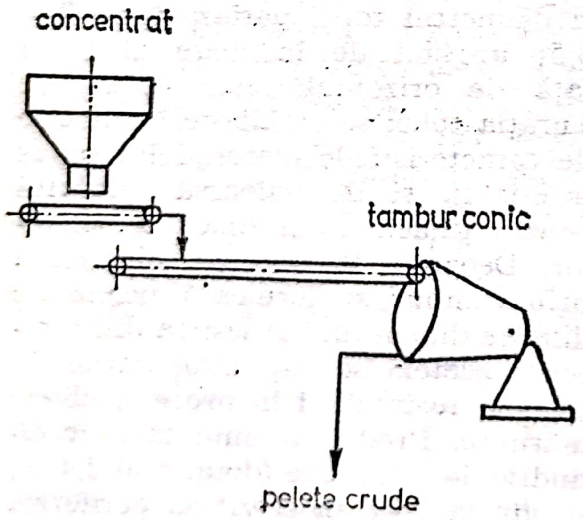



Fig. P. 4.

de peletizare în taler și în tambur cilindric. La acest procedeu ca și la procedeul de peletizare în taler are loc fenomenul de autoclasare, peletele mici și materialul nepeletizat repartizîndu-se pe fundul peletizorului, iar peletele mari se ridică treptat spre suprafața superioară, după care sînt evacuate.

**PELICULĂ,** defect în stratul superficial al produselor laminate, sub formă de porțiune cu întindere relativ mare și grosime de ordinul zecimilor de milimetru, de compoziție sau structură mai mult sau mai puțin diferită de restul produsului și uneori detașabilă.

**PENTLANTID,** $(Fe, Ni)_9S_8$, mineral de nichel. Cristalizează în sistemul cubic, prezintă culoarea galbenă, are duritatea 3,5—4,0 (scara Mohs) și densitatea 4,6—5,0 kg/dm³. Con-

ține 42% Fe, 22% Ni și pînă la 25% Co. Constituie principalul minereu de nichel. Zăcăminte importante de **P.** se găsesc în Finlanda, Canada, U.R.S.S.

**PEPITE,** bucăți de aur nativ existent, în special, în nisipuri, putînd atinge mărimea unei cireșe sau uneori, cîteva zeci de kilograme. S-au găsit **P.** în Munții Urali (pînă la 36 kg), în Australia (43 kg) și în California (pînă la 60 kg).

**PERFORAREA CUPTORULUI,** deranjament în urma căruia, în cursul elaborării, metalul lichid străpunge vatra sau pereții cuptorului de elaborare, curgînd în exterior. În majoritatea cazurilor se datorează infiltrațiilor de metal în căptușeala refractară a cuptorului sau uzurii accentuate a acestuia, în anumite zone.

**PERICLAZ,** mineral de magneziu, MgO, cristalizat în sistemul cubic. Are densitatea 3,7—3,9 kg/dm³ și poate fi incolor sau cenușiu deschis, gălbui, verde închis, cu luciu sticlos. Se topește la 2 800°C. Se găsește în natură în unele roci metamorfice. În țara noastră se găsește în masivul de la Iacobeni. Se întîlnește sub formă de constituent mineralogic în zgurile rezultate la elaborarea oțelului, nichelului etc.

**PERITECTIC** (de la cuvîntul grecesc *periteko* = topesc), topitură (la $p$ = = const.) în echilibru cu faze cristaline (combinații chimice sau soluții solide), al căror număr este egal cu numărul componenților sistemului și care la scăderea temperaturii se micșorează la unu. Topitura în echilibru cu faze cristaline al căror număr la scăderea temperaturii nu se schimbă poartă numele de → *eutectic.* Denumirea este atribuită frecvent punctului de intersecție al curbelor lichidus a două soluții solide în echilibru cu topitura de compoziție peritectică (punct *C* pe diagrama din fig. P. 5). Transformarea în urma căreia în procesul de cristalizare din două faze rezultă o a treia fază se numește *transformare peritectică.* În fig. P. 5 se prezintă

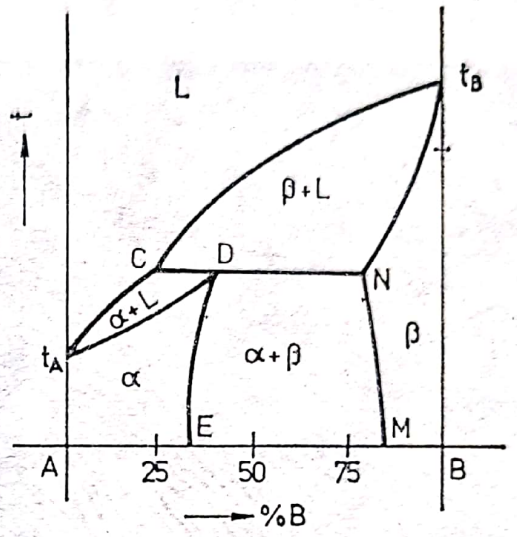



**Fig. P. 5.**

o diagramă de echilibru în cazul cînd componenții au solubilitate nelimitată în stare lichidă și limitată în stare solidă, cu formare de **P.** La temperatura corespunzătoare liniei *CDN* există în echilibru trei faze: una lichidă și două solide (topitura și soluțiile solide α și β). Faza α rezultă prin transformare peritectică, ca urmare a reacției dintre topitură și faza β. Se observă că în intervalul de concentrații ale componenților aflate între punctele *C* și *D*, la temperaturi situate sub linia *CDN* topitura se află în echilibru cu o singură fază solidă (α).

**PERLITĂ,** eutectoid format din lamele alternante de cementită și ferită, sub formă de pachete lamelare, constituent al aliajelor Fe—C (fig. P, 6). Se poate prezenta sub formă de insule separate de grăunți de ferită (la oțelurile hipoeutectoide) sau de rețea de cementită (la oțelurile

Scanned with OKEN Scanner

hipereutectoide), de insule mai mult sau mai puțin legate între ele (la fontele hipo- și hipereutectice) sau de separări fine și oarecum simetrice în ledeburită. În aliajele Fe—C se separă la 723°C (diagrama stabilă) sau la 738°C (diagrama metastabilă),

**Fig. P. 6.** Perlită (100: 1).

la peste 0,1% C. Proprietăți: înaltă rezistență mecanică ($\sigma_r = 80-85$ daN/mm²), plasticitate ($\delta = 10\%$) și duritate medie ($HB \sim 200$).

**PERMALLOY,** aliaj de nichel și fier cu permeabilitate magnetică mare, folosit în industria electrotehnică. Conține 70—80% Ni și 20—30% Fe. După un tratament termic care constă dintr-o recoacere de omogenizare, la 1 200°C în curent de hidrogen, urmată de recoacere la 600°C se obține un material a cărui permeabilitate magnetică ajunge la 100 000 Gs/Oe. Face parte din categoria materialelor magnetice moi și poate fi deformat plastic.

**PERMINVAR,** aliaj de nichel, fier și cobalt care posedă permeabilitate magnetică constantă. Face parte din categoria materialelor magnetice moi și conține: 45% Ni, 30% Fe și 25% Co. Permeabilitatea magnetică a **P.** este de 400—600 Gs/Oe și se menține constantă la intensități de cîmpuri magnetice pînă la 3 Oe. Această caracteristică se obține supunînd aliajul la o recoacere la 1 000°C urmată de o răcire pînă la 400—500°C, la care se menține o anumită perioadă de timp, aplicîndu-se apoi o răcire lentă.

**PERMISID,** oțel aliat cu siliciu, foarte rezistent la coroziune față de acizi. Conține 0,60% C și 15% Si. Structura sa constă din ferită aliată cu siliciu și lamele fine de grafit.

**PEROWSKIT,** $CaO.TiO_2$, oxid de calciu și titan, cu formă exterioară cubică, dar construit din lamele biaxe (monoclinice), care la încălzire nu-și schimbă structura. Cristalele sînt foarte mari, cu aspect cubic. Are duritatea 5—6 (scara Mohs) și densitatea 4,0 kg/dm³. Prezintă culoarea roșu-brun, portocaliu sau culoarea mierei de albine. Conține 41,1% CaO, 38,9% $TiO_2$. Mai conține Fe (pînă la 2%), cîteodată Cr, Al și elemente din grupa lantanoidelor. Nu formează, în general, acumulări importante. Se întîlnește însă în diferite zăcăminte, în special în cele de titanomagnetit și cromit. Se găsește în U.R.S.S., Elveția, Italia, Brazilia etc. Minereul de **P.** se supune operației de concentrare și se folosește la elaborarea aliajelor de titan.

**PERȘAJ,** dezoxidare a cuprului rafinat termic, introducînd în baia de cupru, lemn verde de mesteacăn. Carbonul din lemn reduce oxidul de cupru.

**PETE,** porțiuni izolate cu duritate mai mică, respectiv, mai mare, față de celelalte porțiuni ale supra-

Scanned with OKEN Scanner

feței metalice, ca urmare a unei structuri anormale sau neuniforme.

**PIATRĂ DE VAR, CALCAR.**

**PICĂTURĂ,** defect sub formă de picătură mai mult sau mai puțin sferică pe suprafețe, muchii sau unghiuri interioare ale piesei turnate (fig. P. 7). Se datorește licuației unor componenți ai aliajului în timpul solidificării.

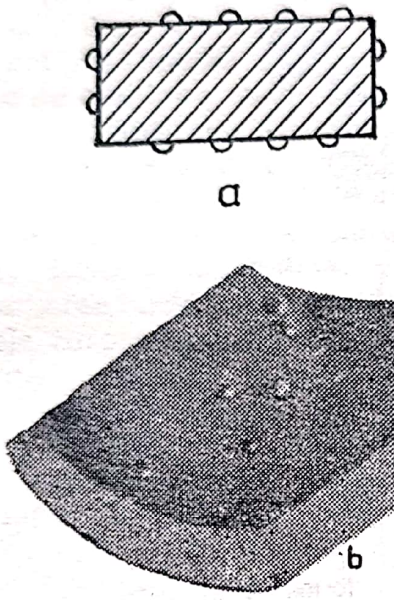



**Fig. P. 7.** Picătură:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

**PICĂTURĂ RECE,** defect sub formă de stropi de formă tinzînd spre sferă, de compoziție identică cu a metalului piesei în care se află incluși (fig. P. 8), întîlnit la piesele turnate. Stropii au suprafața lustruită, puțin oxidată și se solidifică anterior piesei turnate. Poate apare în urma turnării directe, de la înălțime mare sau a turnării neglijente. O mică parte din metalul lichid de la începutul turnării se transformă în stropi care se împrăștie în cavitatea fo mei, la distanțe diferite, se solidifică și se oxidează, astfel că în momentul cînd sînt incluși în metalul lichid nu se mai topesc și rămîn în corpul piesei turnate.

**PICOTIT,** (Mg, Fe) (Cr, Al)$_2$O$_4$, spinel de crom cristalizat în sistemul cubic. Prezintă de obicei culori în nuanțe de galben, brun-închis sau brun-verde. Are duritatea 8 (scara Mohs) și densitatea 4,08 kg/dm$^3$.

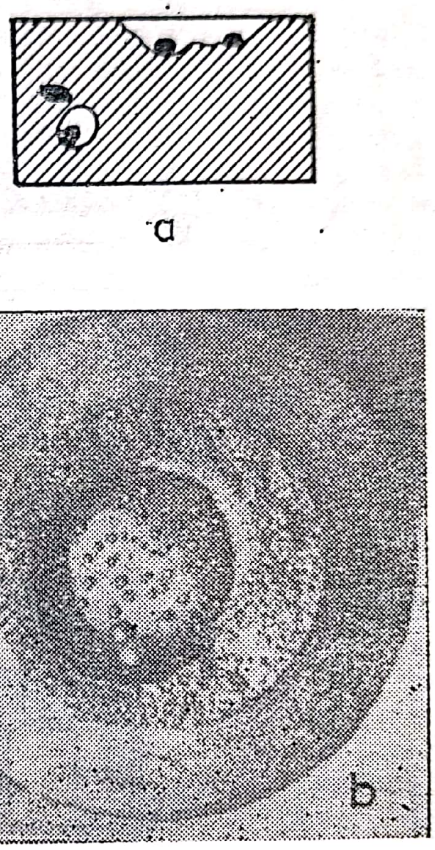



**Fig. P. 8.** Picătură rece:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

În țara noastră se întîlnește în Munții Godeanu, Munții Gilăului, Munții Parîng etc. Pe glob, se găsește mai ales în Ceylon, Birmania, Suedia, Finlanda, S.U.A., Canada, U.R.S.S. Zăcămintele cu conținut ridicat de crom se folosesc la elaborarea aliajelor de crom.

**PIEPTENE,** placă metalică prevăzută cu găuri, ce permite separarea plăcii-model cu modele, de formă, servind la ridicarea formei de pe

placa-model fără deteriorarea formei (fig. P. 9).

**PIERDERI DE METAL,** totalitatea pierderilor de metal (mecanice și chimice) începînd de la introducerea încărcăturii în cuptor și pînă la obținerea piesei brute turnate, la elaborarea și turnarea materialelor metalice

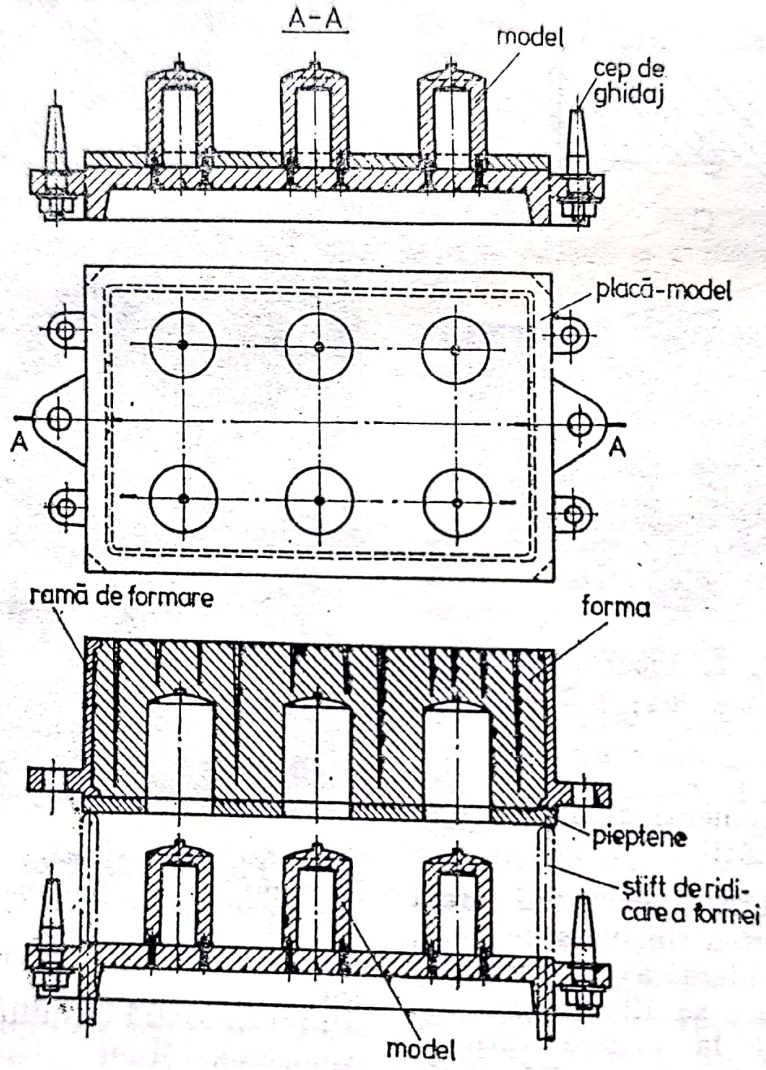



**Fig. P. 9.**

lichide și la încălzirea semifabricatelor în vederea deformării plastice. Termenul se atribuie și pierderilor de metal ce au loc la încălzirea în vederea prelucrării prin deformare plastică. Pierderile mecanice, cunoscute sub numele de *pierderi nerecuperabile* se produc sub formă de picături, stropi, plăci etc., în timpul transportului, turnării etc. și la curățirea pieselor turnate. Pierderile chimice, cunoscute sub numele de *pierderi prin ardere,* se produc prin oxidarea și volatilizarea componenților încărcăturii. În cazul aliajelor Fe—C *pierderile totale* la elaborare în vederea turnării reprezintă, în condiții normale de lucru în medie 5 pînă la 8% din greutatea încărcăturii iar la încălzire în vederea deformării plastice de 2—3%. La aliajele neferoase **P. de M.** variază cu tipul aliajului, al cuptorului de topire sau de încălzire, cu tehnologia de elabo-

rare și au valori cuprinse între 1 și 10% din greutatea încărcăturii.

**PIESĂ TURNATĂ,** obiect metalic sau semifabricat obținut în turnătoriile de piese prin turnarea în forme a metalelor și aliajelor. După gradul de complexitate se clasifică în: simple (de tip bară, bandaj, placă, sector, capac etc.), de complexitate mică (capac sau corp de lagăr, roți dințate, role, consolă etc.), de complexitate medie (corpuri, corp și capac de reductor, soclu, roți dințate, ramă de balansier), de mare complexitate (pivot de grindă, cajă de laminor, culisor, corp de șuber) și de complexitate specială și unicate (traverse, batiuri). După greutate în unele standarde de peste hotare piesele turnate se clasifică în grupe. Se mai clasifică după procedeul tehnologic prin care au fost obținute (piese turnate în amestec de formare, centrifug, sub presiune etc.) și după natura aliajului turnat (**P. T.** din oțel, din fontă și din aliaje neferoase). După grosimea pereților pot fi cu pereți subțiri (la care toți pereții au grosimea de max. 50 mm) și cu pereți groși (la care cel puțin unul din pereți are grosimea de min. 50 mm).

**PIRITĂ,** $FeS_2$, sulfură de fier, cristalizată în sistemul cubic, de culoare galben de alamă, auriu sau chiar brună. Are duritatea 6—6,5 (scara Mohs) și densitatea 4,9—5,2 kg/dm³. Prin lovire( scăpărare) produce scîntei și emană miros de sulf. Conține de multe ori aur, argint, nichel, cupru, urme de cobalt, arsen și taliu. **P.** de la Almașu Mic de Munte și cea de la Almașu Mare (Zlatna) conțin 0,022% Ag și 0,001% Au. Zăcăminte de **P.** se găsesc în R.S.C., Spania, Italia, Franța, Suedia, Norvegia, Mexic, Chile, U.R.S.S. Se utilizează, în principal, pentru producerea acidului sulfuric, iar deșeul feros (cenușile de pirită) rezultat din procesul de fabricație se poate folosi în amestecul de aglomerare a minereurilor de fier.

**PIROCLOR,** $(Na, Ca)_2(Nb, Ta, Ti)_2O_6(OH, F, O)$, niobat și tantalat de sodiu și calciu, cristalizat în sistemul cubic. Are duritatea 5,5 (scara Mohs) și densitatea 4,3—6,4 kg/dm³. Prezintă culoare verde, brună, roșu-închis sau brun negricioasă. Conține 37,5—65,6% $Nb_2O_5$ pînă la 5,8% $Ta_2O_5$. În țara noastră se găsește la Ditrău și în aluviunile Mureșului. Se mai întîlnește în Norvegia, Tanzania, Uganda, Rodezia, Canada, S.U.A. Cînd se găsește în zăcăminte mari se întrebuințează la extragerea niobiului și tantalului, precum și la elaborarea aliajelor acestora.

**PIROFERAL,** fontă cenușie refractară cu conținut mare de aluminiu (28—30% Al) și relativ mic de carbon (1,6—2,5% C) și siliciu (1,0—2,0% Si) folosită pentru obținerea prin turnare a pieselor care lucrează la temperaturi pînă la 1 200°C (cutii pentru tratament termochimic de cementare), creuzete pentru băi de săruri în vederea tratamentelor termice etc.). Are dezavantajul că prezintă tendință de rupere spontană, pentru preîntîmpinarea căreia se recoace.

**PIROFORISM,** proprietate a unor substanțe de a se aprinde în contact cu oxigenul sau cu aerul, îndeosebi atunci cînd se află în stare pulverulentă. De ex.: fierul în stare foarte pură sau cînd se obține prin reducerea oxizilor de fier cu hidrogen, la temperaturi sub 570°C, este piroforic.

**PIROLUSIT,** $\beta-MnO_2$, oxid de mangan, cristalizat în sistemul tetragonal, ditetragonal, dipiramidal. Are culoare neagră, uneori cu reflexe albăstrui. Prezintă o duritate de 5—6 (scara Mohs), uneori chiar 2 și densitatea 4,7—5,0 kg/dm³. Întot-

deauna conține impurități mai mari sau mai mici (1—2%) de apă absorbită. Mai conține (ca impurități): oxizi de fier, calciu, nichel, cobalt, vanadiu etc. În țara noastră se găsește în regiunea Vatra Dornei, Teliuc, Ghelar, Moneasa, Sasca Montană, Dognecea etc. În cantități mari se găsește în U.R.S.S. (Ciaturi — unul din cele mai mari zăcăminte din lume), R.D. Germană, R.S.C., Franța, S.U.A. etc. Se folosește la prepararea oxigenului, în sticlărie, la fabricarea pilelor electrice etc. Este materia primă pentru fabricarea manganului și a aliajelor de mangan.

**PIROMETRU,** aparat pentru măsurarea temperaturilor înalte, în special ale materialelor metalice în stare lichidă. Cele folosite în metalurgie sînt termoelectrice sau optice. *Pirometrul termoelectric,* (fig. P. 10), se bazează pe faptul că între conductori din unele materiale metalice cu un punct de contact cufundat într-o sursă de căldură (de ex.: material metalic lichid) apare o diferență evidentă de potențial electric (efect termoelectric) care măsurată permite să se determine temperatura

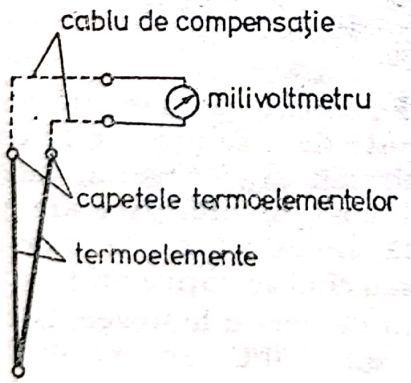



**Fig. P. 10.**

acesteia. Se compune din termoelement, milivoltmetru și cablu de compensație, care face legătura între termoelement și milivoltmetru gradat direct în grade de temperatură. Ca termoelemente se utilizează diferite asociații de materiale, în funcție de intervalul de temperaturi de măsurat. Astfel, pentru măsurarea temperaturii pînă la: 400°C se utilizează asociația cupru-constantan; 800°C — fier-constantan; 1 300°C —

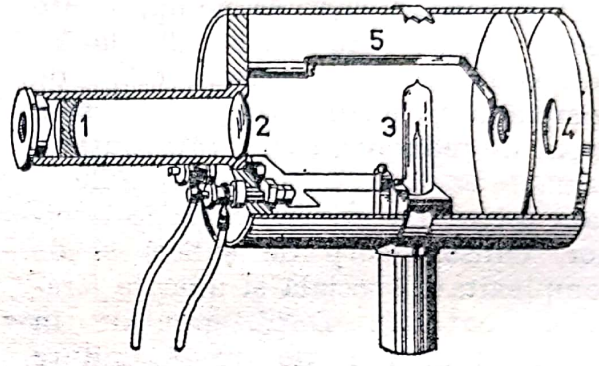



**Fig. P. 11.**

cromel-alumel; 1 600°C — Pt-Pt-Rh. Termoelementul se protejează cu teacă de protecție executată dintr-un material rezistent la temperaturi înalte (oțel refractar, grafit ș.a.). Temperatura se măsoară cufundînd teaca în materialul lichid. La *pirometrul optic,* (fig. P. 11), se compară radiația luminoasă a corpului a cărui temperatură se măsoară cu radiația luminoasă a unui filament alimentat cu intensitate de curent continuu reglabilă. Radiația luminoasă emisă de sursa termică a cărei temperatură trebuie măsurată intră prin lentilele *1* și *2*, se transformă în fascicul paralel, depășește filamentul *3* alimentat de curent cu intensitate reglabilă și prin orificiul discului *4* ajunge la ochiul observatorului. În același timp radiațiile vin și de la filamentul incandescent alimentat cu curent electric de intensitate reglabilă. Reglînd tensiunea, respectiv intensitatea sursei de curent se reglează intensitatea de radiație a filamentului *3*. Prin astfel de reglare se poate ajunge la situația cînd intensitățile radiațiilor celor două surse sînt egale

Scanned with OKEN Scanner

și ca urmare filamentul parcă dispare. În acest caz temperatura se citește direct pe aparatul cu care s-a reglat apariția acestei situații. Influența încălzirii carcasei aparatului asupra determinărilor se previne cu adaosul bimetalic *5*.

**PIROXEN,** mineral cu compoziție chimică corespunzătoare unui silicat, $(Me_mO_n)_x\ (SiO_2)_y$, în care Me poate fi: Fe, Ca, Mg, Mn etc. Cînd $x$ are valoarea *1* este un metasilicat; cînd are valoarea *2* este un ortosilicat. Cristalizează în sistemul monoclinic. Se întîlnește în zgure sub formă de metasilicați complecși (de ex.: în zgurele rezultate în procesul de elaborare a oțelului, (Ca, Fe, Mg, Mn)O.$SiO_2$, unde formează o masă de bază de culoare cenușie).

**PÎLNIE CÎNTAR,** utilaj folosit pentru dozarea cocsului la furnal, avînd volumul egal cu al schipului. Confecționată din tablă de oțel prin sudare, corpul său este rigidizat la exterior și căptușit la interior cu plăci de uzură. La partea inferioară (fig. P. 12) are un închizător, a cărui funcționare se realizează cu ajutorul unui dispozitiv excentric, acționat de un motor electric. **P. C.** este așezată pe un dispozitiv de cîntărire, indicațiile cîntarului fiind transmise la aparatul indicator și totalizator, plasat într-o cabină deasupra gropii schipurilor. Deasupra ei se montează un ciur pentru separarea măruntului din cocs înainte de încărcarea în schipuri. Funcționarea ciurului pentru cocs este comandată prin impulsuri date de mecanismul de acționare a închizătorului pîlniei și de către indicatorul cîntarului. Ca urmare, ciurul de cocs intră în funcțiune și este oprit de un impuls dat de cîntar atunci cînd se atinge cantitatea prescrisă pentru cocs.

**PLACARE,** procedeu pentru îmbinarea nedemontabilă a două sau mai multe materiale metalice în formă de straturi, cu ajutorul forțelor de coeziune și tensiune superficială. Produsul obținut prin **P.** se comportă ca un tot unitar, însumînd sau cumulînd proprietățile straturilor componente. Suprafețele materialelor metalice care urmează a fi placate se supun în prealabil unor operații de pregătire, care urmăresc, în special, îndepărtarea peliculei de oxizi. Se cunosc mai multe procedee. *Placarea prin turnare* se aplică pentru cuzineți, la cilindri unor motoare cu ardere internă etc. În acest scop piesa de placat se preîncălzește în prealabil după care se face turnarea metalului pe suprafața pregătită pentru placat. *Placarea prin deformare plastică* se realizează prin presarea materialelor de placat în așa fel încît, între acestea, să apară forțe de aderență, suficient de mari, pentru obținerea unui produs monolit. Concomitent cu presarea se produce și deformarea plastică a materialelor supuse **P.** În cazul *placării prin laminare,* materialele componente se așază sub formă de pachet; acesta este trecut apoi printre cilindri de laminor. Produsele placate obținute prin laminare pot fi: oțel-oțel, oțel-aluminiu, cupru-alamă etc.

**PLACĂ-MODEL,** placă specială pe care sînt amplasate, fix sau demontabil, elemente necesare formării (model, rețea de turnare ș.a.), în vederea obținerii pieselor turnate. Se folosește, în general, la formarea mecanizată, pentru executarea pieselor turnate în producție de serie și de masă. După procedeul de formare și amplasarea modelului pot fi: unilaterale, bilaterale, reversibile, detașabile și cu coordonate. În funcție de caracterul producției pot fi din lemn (unicate și serie mică), de materiale ceramice (serie mică și mare) și metalice: fontă, aliaje de cupru sau de aluminiu (serie mare și de masă).

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de procedeul de executare pot fi realizate prin montare, prin turnare și prin asamblare. La *plăcile-model unilaterale*, pe o placă se fixează jumătatea superioară a modelului, cu care se realizează jumătatea superioară a formei, iar pe altă placă se fixează jumătatea inferioară a modelului, cu care se realizează jumătatea inferioară a formei.

La *plăcile-model bilaterale* pe o parte a plăcii se fixează jumătatea superioară, iar pe cealaltă parte jumătatea inferioară a modelului. Cu *placa-model reversibilă* (fig. P. 13, I) se poate executa atît jumătatea superioară cît și jumătatea inferioară a formei. La montarea formei însă partea superioară a acesteia se rotește

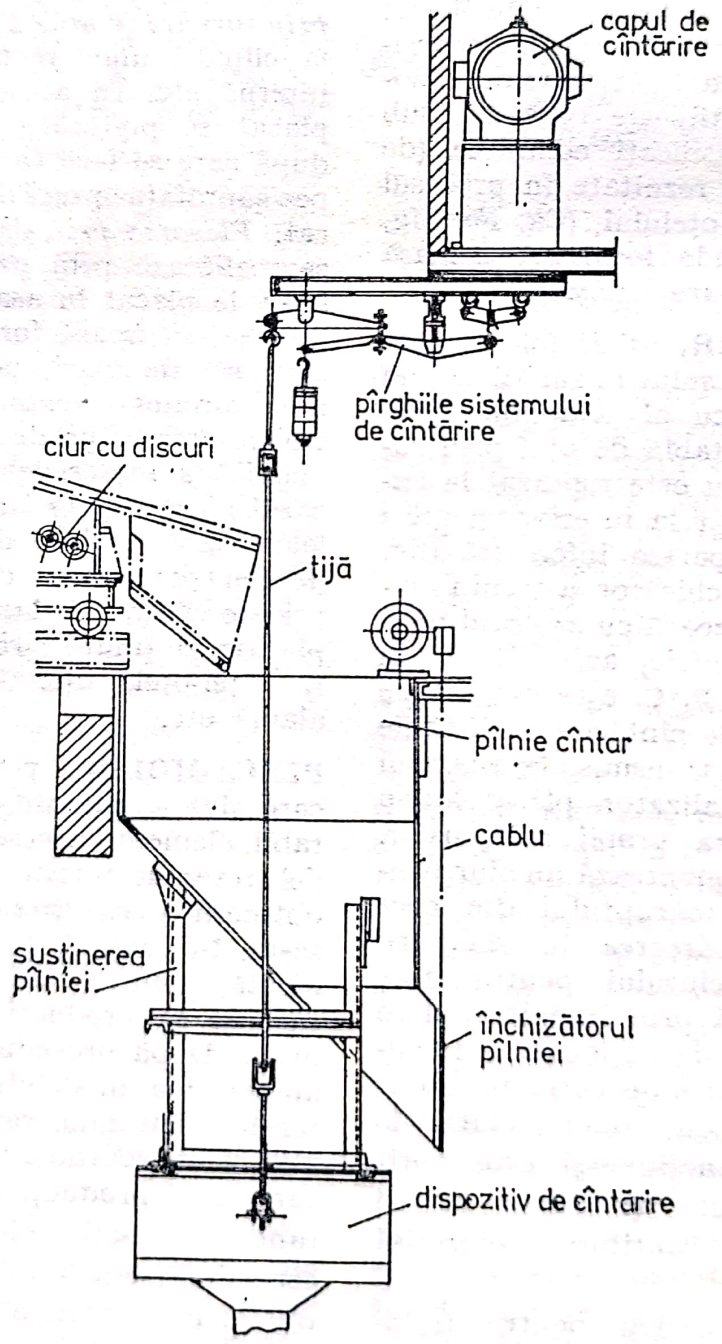
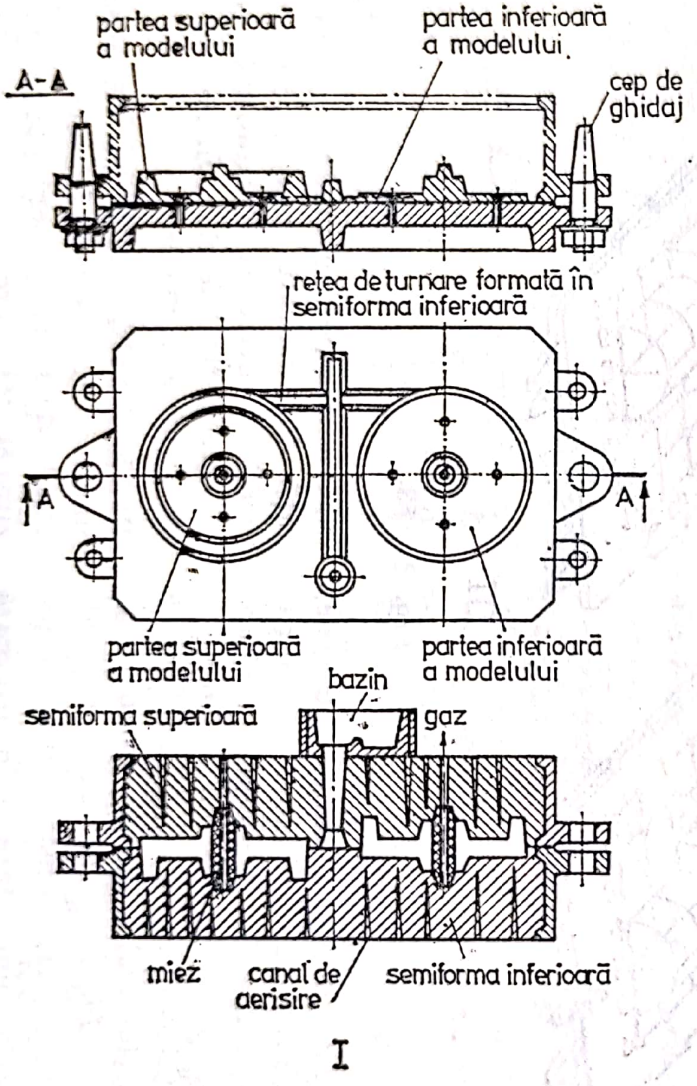



**Fig. P. 12.**


partea superioară a modelului
partea inferioară a modelului
A-A
cep de ghidaj
rețea de turnare formată în semiforma inferioară
A
A
partea superioară a modelului
partea inferioară a modelului
bazin
semiforma superioară
gaz
miez
canal de aerisire
semiforma inferioară
I

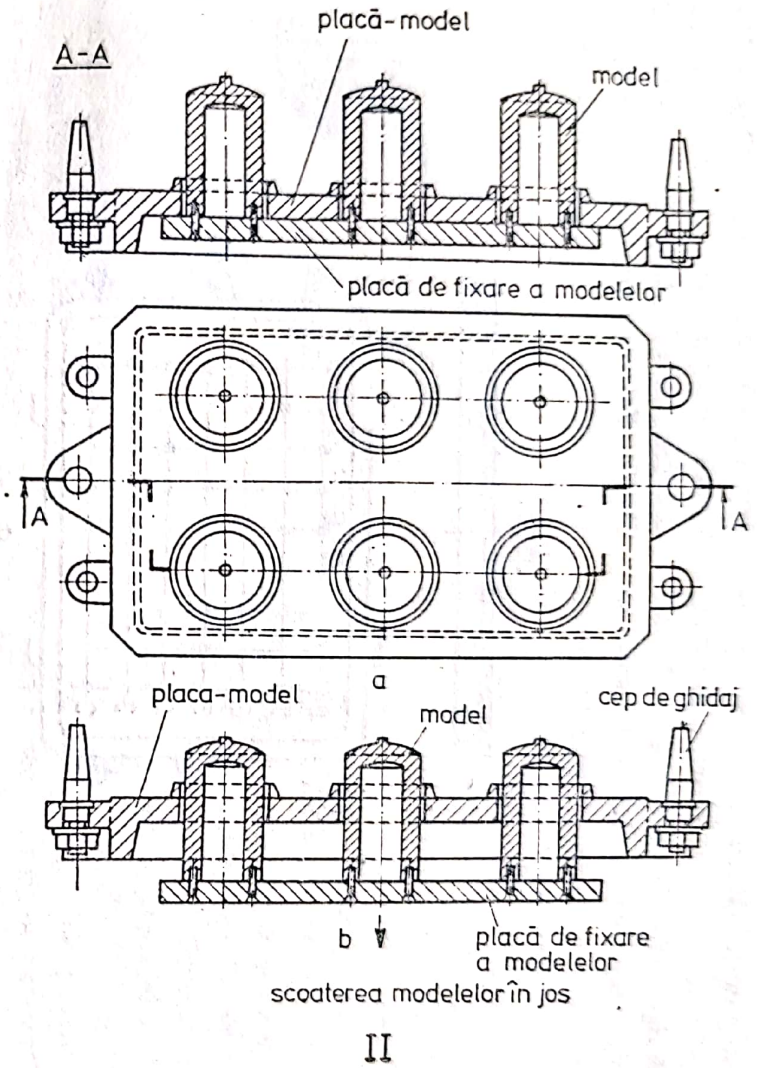

A-A
placă-model
model
placă de fixare a modelelor
A
A
a
placa-model
model
cep de ghidaj
b
placă de fixare a modelelor
scoaterea modelelor în jos
II

**Fig. P. 13.**

pe axa verticală cu 180°. Se utilizează în cazul pieselor simetrice. La *plăcile-model detașabile* (fig. P. 13, II) asigurarea integrității formei se pentru micșorarea numărului de **P.-M.** deoarece permite schimbarea modelului de pe placă fără schimbarea **P.-M.** Schimbarea este posibilă to-

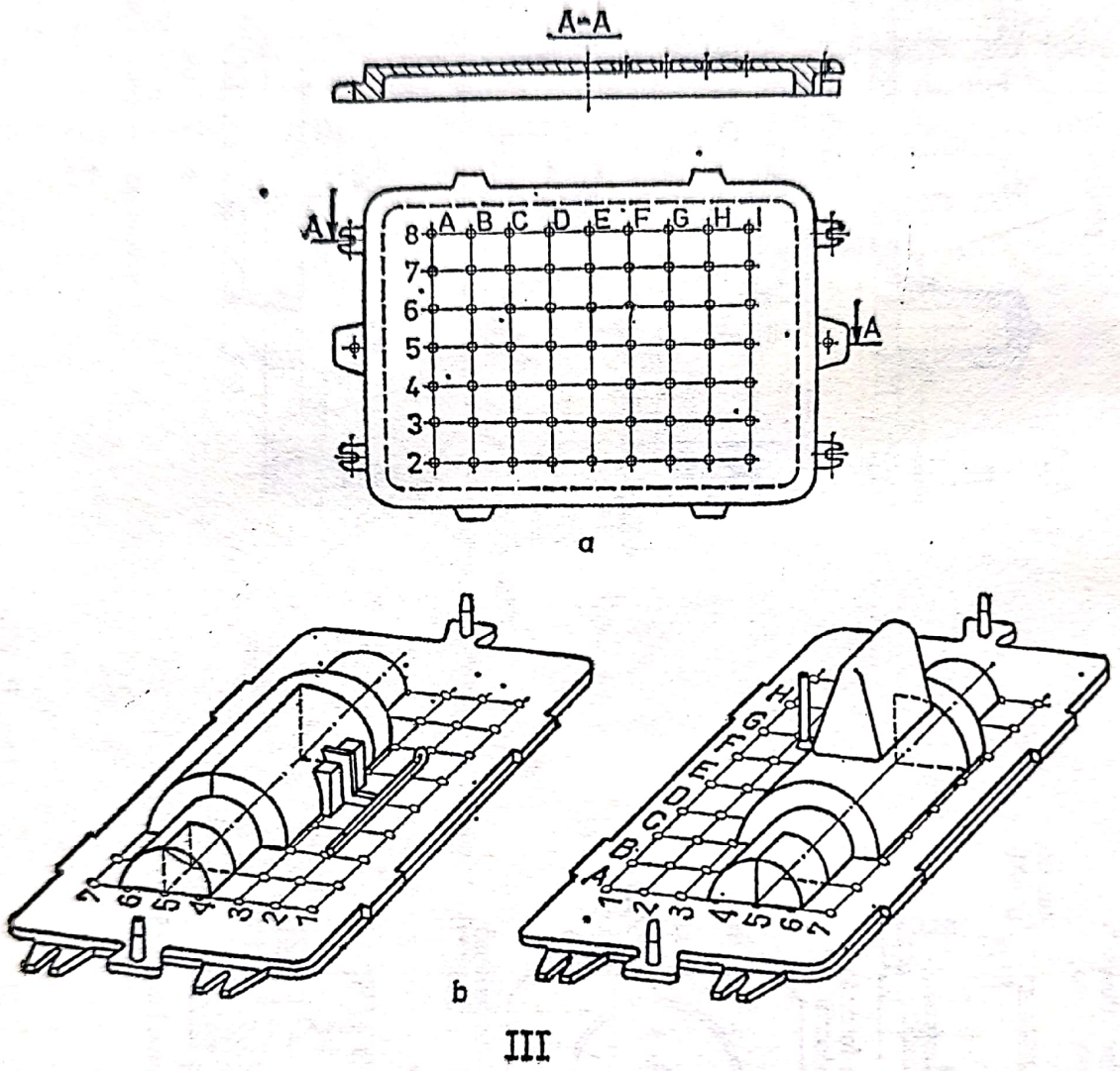



**Fig. P. 13.**

realizează detașînd numai modelele, placa rămînînd în contact cu forma, sau detașînd modelele odată cu placa, forma protejîndu-se cu → *pieptene*. Se utilizează la formarea mecanizată a pieselor înalte sau cu proeminențe înalte. *Plăcile-model cu coordonate* (fig. P. 13, III) constau dintr-o rețea de găuri numerotate și se utilizează tuși numai pentru modele cu suprafață de separație plană. Se utilizează la formarea mecanizată, pentru realizarea pieselor turnate în serie mică sau medie.

**PLANATOAR,** sculă asemănătoare unui ciocan manual, folosită în operațiile de forjare liberă pentru netezirea și prelucrarea suprafețelor plane.

Spre deosebire de ciocane, **P.** se termină la unul din capete cu o suprafață plană mai mare decît suprafața lor transversală. *Planatoarele pentru forjarea manuală* (fig. P. 14), realizează

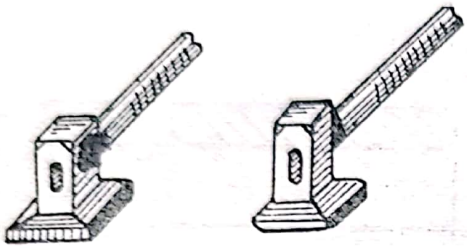


Fig. P. 14.

netezirea suprafețelor prin lovituri asupra materialului care nu trebuie să fie puternice, întrucît se urmărește, în special, netezirea suprafeței neregulate, astfel ca piesa să ajungă la cotele finale. *Planatoarele pentru forjarea mecanică*, (fig. P. 15), se folosesc numai la netezirea suprafețelor înclinate, la un unghi mai mic de 20°.

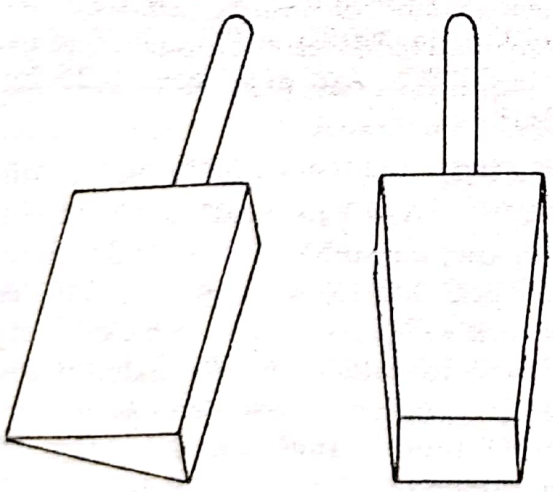


Fig. P. 15.

**PLASTICITATE,** proprietate a metalelor și aliajelor de a-și modifica forma și dimensiunile, datorită unor forțe exterioare, fără a se distruge. Este influențată de diverși factori printre care: natura materialului, temperatura și viteza de deformare. În general, metalele pure prezintă o **P.** mai mare decît aliajele. O bună **P.** prezintă aurul, plumbul, cuprul, alama, oțelul etc. **P.** oțelului nu este influențată de carbon, mangan și siliciu (cînd sînt în proporții reduse) dar este influențată negativ de sulf, fosfor, oxigen, hidrogen și azot. Temperatura influențează favorabil **P.** iar în ceea ce privește viteza de deformare, aceasta poate influența pozitiv sau negativ **P.** în funcție de temperatura la care se produce deformarea sau de viteza proceselor de ecruisare și recristalizare.

**PLASTOLINOL,** ulei de in modificat pentru a cărui întărire se folosește perborat de sodiu. Este un lichid omogen, vîscos, brun. Se folosește ca liant (3—4%) în special, în amestecurile de miez pentru piese mari din fontă, obținîndu-se $\sigma_{r\ amestec}$ = = min. 10 daN/cm².

**PLATFORMĂ DE ÎNCĂRCARE,** suprafață de lucru, amplasată la nivelul zonelor de încărcare a unui cuptor de elaborare și special amenajată cu utilaje și mașini care permit introducerea materialelor necesare (materii prime, combustibili, fondanți etc.), elaborării metalelor și aliajelor. De ex.: la cuptorul Siemens-Martin platforma de încărcare se află în fața ușilor cuptorului și pe suprafața ei se desfășoară lucrările pentru încărcare, fie cu macara cu troacă, fie cu mașina de încărcare.

**PLATFORMĂ DE TURNARE,** suprafață special amenajată, la nive-

lul orificiilor de evacuare a unui cuptor de elaborare, pe care se amplasează formele (cochilele) pentru turnare a metalului sau aliajului obținut sau, utilajele speciale care permit dirijarea acestora spre oala de turnare. În cazul unui furnal pe **P. de T.** se găsesc amplasate jgheaburile de fontă și zgură, cu ajutorul cărora fonta și zgura sînt canalizate spre oalele de fontă, respectiv, de zgură.

**PLATINĂ 1.** Pt, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 78, masa atomică 195,09, valența II, III, IV, VI, descoperit de Ch. Wood (1741) și de R. Watson (1750). În natură se găsește fie în stare nativă, fie sub formă de combinații cu arsen sau sulf. Metal prețios de culoare alb-argintie **P.** cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate. Este un metal greu, cu o bună conductibilitate electrică. Are densitatea 21,45 kg/dm³, p.t. 1769° C, p.f. 3827°C, căldura masică (la 20°C) 129,7 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}699 \cdot 10^{-2}$ W/m·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,098 Ω·mm²/m, modul de elasticitate $E = 17\,000$ daN/mm² și duritatea *HV* 38—52 (recopt). Prezintă activitate chimică destul de redusă. Exceptînd apa regală, nu este atacat de nici un acid. Nu se combină cu oxigenul. La cald formează o serie de combinații cu halogenii, sulful, fosforul și arsenul. În funcție de gradul de puritate industrial se obține: *platină de mare puritate* (99,99% Pt), *platină pură* (99,9% Pt), *platină pentru creuzete* (99,5% Pt) și *platină tehnică* (99,0% Pt). Se utilizează la confecționarea diferitelor ustensile de laborator, a termoelementelor, a bijuteriilor, drept catalizator etc. **2.** Semifabricat din oțel (fig. P. 16), laminat la cald, cu secțiune dreptunghiulară și grosime mică în raport cu lățimea (lă-

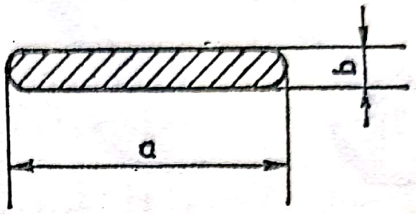



**Fig. P. 16.**

țimea 200—280 mm și grosimea min. 6 mm). Se folosește pentru executarea tablelor subțiri în pachete. Se livrează la lungimea de max. 6,5 m.

**PLATINIT,** aliaj de fier și nichel care posedă un coeficient de dilatare termică similar cu al platinei (de unde și denumirea). Conține 52—58% Fe și 42—48% Ni. Coeficientul de dilatare prezintă următoarele valori: $8{,}7 \cdot 10^{-6}$ (de la 0 la 100°C), $8{,}8 \cdot 10^{-16}$ (de la 0 la 300°C) și $9{,}2 \cdot 10^{-6}$ (de la 0 la 500°C). Are densitatea 8,25 kg/dm³.

**PLUMB,** Pb, element metalic din grupa a IV-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 82, masa atomică 207,19, valența II, IV. În natură se găsește sub formă de combinații în mineralele de galenă, anglezit, ceruzit. Este cunoscut din antichitate. Urme vechi atestă că în mileniul I și, în special, la romani, **P.** era folosit în mod curent la confecționarea conductelor de aducțiune a apei. Metal moale, de culoare cenușie-albăstruie, are luciu metalic în tăietură proaspătă, luciu care se

pierde din cauza oxidării la contactul cu aerul, căpătînd culoare închisă. Cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate, fără să prezinte și alte forme alotropice. Este un metal greu (densitatea 11,34 kg/dm$^3$) și în același timp poate fi considerat un metal ușor fuzibil (p.t. 327,4°C); are p.f. 1620°C, căldura masică (la 20°C) 126 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,20·Ω·mm$^2$/m. Exceptînd alungirea, prezintă caracteristici mecanice inferioare: rezistența de rupere la tracțiune în stare turnată $\sigma_r = 1,1-1,3$ daN/mm$^2$ și după deformare plastică $\sigma_r = 1,5$ daN/mm$^2$, alungirea în stare turnată $\delta = 30-40\%$ și după deformare plastică $\delta = 60-70\%$, rezistența la oboseală după $10^7$ cicluri, 0,42 daN/mm$^2$ și duritatea după turnare $HB = 3,2-4,5$. Din punct de vedere chimic se caracterizează printr-o activitate chimică redusă; rezistă bine la acțiunea acidului clorhidric și acidului sulfuric concentrat, dar se dizolvă în acizi organici, ca de ex. în acid acetic. În absența aerului nu reacționează cu apa, dar în prezența oxigenului din aer formează la suprafață un strat subțire de hidroxid de plumb. De asemenea, datorită carbonaților acizi de calciu și magneziu prezenți în apă, pe suprafața plumbului se formează un strat subțire și protector de carbonat de plumb. **P.** formează combinații chimice cu halogenii și sulful, reacționează cu unii acizi, precum și cu soluțiile concentrate ale hidroxizilor alcalini. Este utilizat ca material anticorosiv în industria chimică, fiind rezistent la acțiunea acidului sulfuric de concentrație pînă la 96%, la rece și pînă la concentrația de 85%, la 220°C. Rezistența la coroziune a **P.** depinde în mare măsură de procentul de impurități chiar dacă acesta este foarte mic. Atît metalul cît și combinațiile sale sînt toxice (provoacă boala profesională denumită saturnism). În industrie se produce plumb tehnic sub formă de benzi, table, suluri și plăci obținute prin laminare. Din **P.** se obțin țevi și sîrme prin presare. În diferitele mărci pe care le prelucrează industria metalurgică conținutul de **P.** variază între 99,2% și 99,992% (pentru acumulatori, este folosită o concentrație de 99,99—99,96% Pb).

*METALURGIA PLUMBULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea în semifabricate a plumbului. În țara noastră, documente datînd din sec. XVII atestă existența cuptoarelor de topit plumb la Zlatna, Certejul de Sus, Arieș și Turda. Existența haldelor de zgură de plumb la Cavnic, Băiuț, Firiza (jud. Maramureș) atestă locul unor vechi topitorii de plumb. Ca materie primă se folosesc concentrate cu minerale de plumb (galenă, ceruzit și anglezit). Minereurile complexe de plumb conțin minerale de Cu, Zn, Fe și Sb. În țara noastră minereurile de plumb conțin, în principal, galenă dar în proporție însemnată și minerale de cupru. În minereu există în proporții relativ mici (1,5—6%) și de aceea se concentrează pînă la 19—70% Pb. Metalurgia extractivă a plumbului folosește procedee pirometalurgice și (mai puțin) procedee hidrometalurgice.

*Pirometalurgia plumbului* se bazează pe obținerea plumbului prin reducere cu carbon din PbO. Concentratul cu PbS se transformă în PbO în stare aglomerată (granule poroase) prin operația de *prăjire aglomerantă* pe bandă metalică (tip Dwight-Lloyd) sau (Dwight-Lloyd Schlippenbach), în mișcare cu viteză mică. Procesul



Scanned with OKEN Scanner

de transformare a PbS în PbO se realizează introducînd aer sub presiune joasă prin intermediul unei instalații de aspirat prin stratul de încărcătură (concentrat-fondanți). Procesul de aglomerare se realizează datorită prezenței sulfului și fondanților, ce generează pe porțiuni mici în toată masa încărcăturii reacții din care rezultă compuși cu temperatură joasă de topire. Procesul de aglomerare este amorsat sub o instalație cu arzătoare de gaz și continuă în măsură din ce în ce mai mică pînă la capătul celălalt al benzii, unde se descarcă. În continuare aglomeratul este supus procesului de reducere conform reacției $PbO + C = Pb + CO$. Încărcătura constă din aglomerat, cocs și fondant. Procesul de reducere se realizează în cuptor tip Watter Jacket în care se obține plumb brut, mată de cupru ($CuS_2$) avînd în vedere proporția relativ mare de cupru și zgură. Plumbul brut conține 94—96% Pb, restul fiind impurități (în principal Cu, Zn, Ag, Sb, Au, Bi). *Rafinarea plumbului brut* se poate realiza termic sau electrolitic. Rafinarea termică cuprinde următoarele operații: decuprare, dezantimoniere, debismutizare, dezargintare, dezincare.

**debismutizarea plumbului** se realizează în mod obișnuit prin procedeul Jollivet sau procedeul Kroll **1. d. p.** în cazul *procedeului Jollivet* se realizează cu magneziu și potasiu, care se introduc în baia de plumb aflată la 430—450°C, formînd un compus definit ($Bi_7Mg_6K_9$). Acest compus fiind insolubil în baia metalică și mai ușor decît plumbul se ridică la suprafața topiturii, de unde este îndepărtat. Pentru **d. p.** se folosește un prealiaj de plumb și potasiu iar magneziul se introduce cu ajutorul unui dispozitiv special.

**decuprarea plumbului** se bazează pe micșorarea solubilității cuprului în plumbul topit la scăderea temperaturii. La 400—450°C cuprul, insolubil, se ridică la suprafață (datorită greutății specifice mai mici) sub formă de scoarțe, care se elimină. **dezantimonierea plumbului** se bazează pe afinitatea mai mare a stibiului față de oxigen în raport cu a plumbului și pe greutățile specifice mai mici ale compușilor stibiului rezultați în raport cu a plumbului. Ca sursă de oxigen se folosește aer sau săruri oxidante. Pe aceeași bază odată cu **d.p.** se face și destanarea și dezarsenierea băii de plumb. Reacțiile principale care intervin la operația de dezantimoniere prin oxidare cu aer sînt:

$$2Pb + O_2 = 2PbO$$
$$Sn + PbO = SnO + Pb$$
$$2As + 3PbO = As_2O_3 + 3Pb$$
$$2Sb + 3PbO = Sb_2O_3 + 3Pb.$$

Oxizii de stibiu, staniu și arsen rezultați se ridică la suprafața băii formînd scoarțe care se îndepărtează treptat. Temperatura de lucru este de 800—900°C. **d.p.** cu ajutorul unei soluții alcaline formată din azotat de sodiu și hidroxid de sodiu se realizează cu *procedeul Harris*. Concomitent are loc destanarea și dezarsenierea băii de plumb. Reacțiile caracteristice acestui procedeu sînt:

$$5Sn + 4NaNO_3 + NaOH =$$
$$= 5Na_2SnO_3 + 3H_2O + 2N_2$$
$$2As + 2NaNO_3 + 4NaOH =$$
$$= 2Na_3AsO_4 + 2H_2O + N_2$$
$$2Sb + 2NaNO_3 + 4NaOH =$$
$$= 2Na_3SbO_4 + 2H_2O + N_2$$

Stanații, arseniții și antiamoniații care re ultă din această operație se ridică la suprafața băii de plumb eliminîn-

du-se prin scurgere în exterior. Temperatura de lucru este de numai 450—500°C. Procedeul are o aplicabilitate mai mică în comparație cu dezantimonierea prin oxidare cu aer.

**dezargintarea plumbului** se poate realiza prin procedeele Parkess sau Pattinsson și prin cupelare. Prin *procedeul Parkess* (cel mai utilizat) **d. p.** se realizează prin adaos de zinc în baia de plumb la 450—470°C. Aurul și argintul formează cu zincul compuși greu solubili ($Ag_2Zn_3$, $Ag_3Zn_5$, AuZn, $Au_3Zn_5$) cu temperatură de topire mai înaltă decît a plumbului (peste 475°C) și cu densitate mai mică. Ca urmare, în timpul operației se formează scoarțe auroargentifere care se ridică la suprafața băii de plumb, de unde sînt evacuate. Eliminarea aurului și argintului este cu atît mai completă cu cît concentrația zincului în plumb este mai mare și cu cît temperatura băii este mai joasă, în faza finală ajungînd la 330—340°C. *Procedeul Pattinson* se bazează pe proprietatea plumbului de a se separa primul din aliajul care conține argint, topitura rămasă îmbogățindu-se în argint. Prin topiri și solidificări succesive se obține o dezargintare avansată. Procedeul este dezavantajos și nu se mai folosește.

*Dezargintarea prin cupelare* se bazează pe marea afinitate a plumbului (în comparație cu Ag și Au) față de oxigen. Se aplică în special scoarțelor de plumb argentifere. Plumbul se oxidează și oxizii formați se îndepărtează prin tragere de pe suprafața topiturii unde rămîn argintul și aurul, care nu se oxidează. Operația se face continuu, timp de 20—30 zile. Pe măsură ce plumbul se oxidează în baia topită se adaugă noi cantități de Pb cu Au și Ag, în final obținîndu-se aliajul doré. Cupelarea are loc într-un cuptor special numit *cuptor de cupelare* la temperatura de 900°C (fig. P. 17).

**dezincarea Pb** se poate realiza prin rafinare oxidantă cu aer, cu vapori de apă sau cu săruri oxidante și prin distilare în vid. *Rafinarea oxidantă* se realizează prin barbotarea băii de plumb, la o temperatură de 800—900°C, prin suflare sau barbotare cu aer sau vapori de apă, la presiunea de 2,5 atm. Reducînd apoi temperatura la 600°C, după 4 h oxidul de zinc se ridică la suprafață, formînd scoarțe care se evacuează. *Rafinarea cu săruri oxidante* constă în tratarea plumbului, la 360—450°C, cu un amestec de sodă caustică și clorură de sodiu. În principal, rezultă

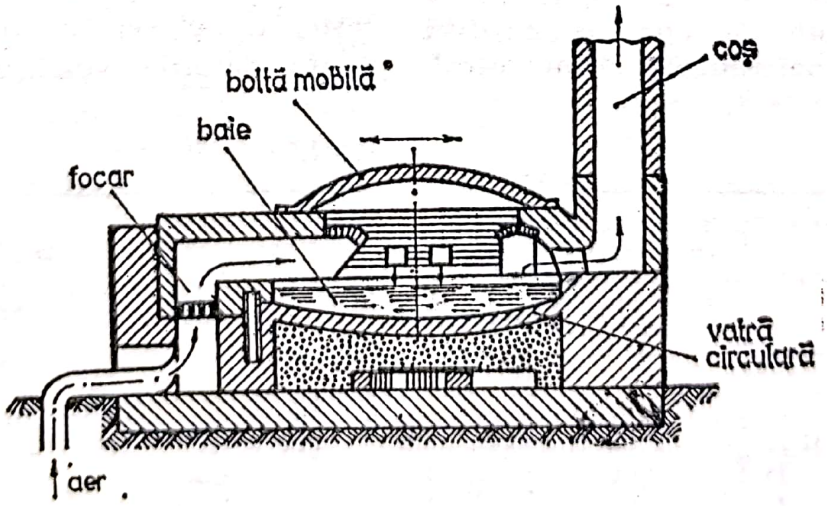



**Fig. P. 17.**

zincatul de sodiu care se adună la suprafața topiturii de unde se îndepărtează în exterior. Un procedeu mai avansat este *dezincarea prin distilare în vid* a plumbului topit, la temperatura de 600°C. Se bazează pe principiul că la această temperatură, sub vid înaintat (sub 1 mm Hg) zincul se vaporizează și apoi se solidifică în zonele reci ale instalației. Procedeul prezintă avantajul recuperării directe a zincului metalic din plumb.

**POBEDIT,** aliaj dur pe bază de carbură de wolfram, WC, carbură de titan, TiC și cobalt obținut prin tehnologia specifică metalurgiei pulberilor (presare-sinterizare). Sub această denumire sînt incluse o serie de aliaje care conțin: 5—60% TiC, 5—13% Co și rest % WC. Comparativ cu aliajul widia, carbura de titan mărește duritatea, rezistența la oxidare și la temperatură constantă. Aliajul cu 34% WC, 60% TiC și 6% Co are densitatea 6,5 kg/dm³, duritatea $HV = 1\,800$ daN/mm² și rezistența de rupere la tracțiune $\sigma_r = 70-80$ daN/mm². Se folosește la confecționarea plăcuțelor dure destinate sculelor așchietoare, sapelor de foraj etc.

**POLIMORFISM,** capacitate a unor substanțe de a exista sub formă de una sau mai multe structuri cristaline, stabilite la anumite condiții exterioare determinate (temperatură și presiune); schimbarea structurii antrenează și schimbarea proprietăților. Fiecare din fazele rezultate se numește *modificație* sau *stare polimorfă*, notate cu literele de la începutul alfabetului grecesc începînd cu $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ etc. A fost pus în evidență la $CaCO_3$, care poate exista ca mineral de calcit sau aragonit cu rețele cristaline diferite. În cazul substanțelor simple (metalele pure, carbonul) se utilizează termenul de *alotropie*, respectiv, *modificație* sau *stare alotropică*. Importanță deosebită are cunoașterea stărilor alotropice ale → *fierului*.

**POLISTIREN EXPANDAT,** material plastic, obținut sub formă de granule prin polimerizarea stirenului, folosit sub formă expandată (care conține înglobată o hidrocarbură volatilă) la executarea modelelor volatilizabile. Este alb, cu aspect spongios ($\sim 10\,000$ goluri/cm² și densitatea = 20 kg/m³). În tabelul 17 sînt prezentate caracteristicile fizico-mecanice ale **P. E.** fabricat în țara noastră (STAS 741—70).

**POROZITATE DE CONTRACȚIE,** defect sub formă de goluri intercristaline invizibile cu ochiul liber (fig. P. 18) întîlnit la piesele obținute prin turnare sau deformare plastică. Însoțește, de obicei, microretasurile și apare datorită condițiilor necores-

*Tabelul 17*

| Proprietăți | Tensiunea la compresiune pentru o deformare de 10% daN/cm², min | Rezistența de rupere la încovoiere statică daN/cm², min | Absorbția de apă (l/cm³), max. | Densitatea aparentă kg/m³ |
|---|---|---|---|---|
| Tip obișnuit A | 0,70 | 1,6 | 1,50 | 15—17 |
| B | 0,90 | 1,7 | 1,25 | 17—22 |
| C | 0,95 | 1,8 | 1,20 | 22—24 |

punzătoare de alimentare cu metal lichid la nivel intercristalin în piesele turnate sau lingouri (→ *microretasură*).

**Fig. P. 18.**

**POTASIU,** K, element metalic din grupa a I-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 19, masa atomică 39,102, valența I. A fost descoperit (1807) de H. Davy. Denumirea sa derivă de la cuvîntul german *Pott-Asche* (cenușă de oală) care se referă la o sare a potasiului rezultat din evaporarea leșiei de cenușă din lemn. Face parte din grupa metalelor alcaline. Foarte răspîndit în natură sub formă de combinații (silvină, carnalit, cainit), **P.** are culoare alb-argintie cu nuanțe violete în tăietură proaspătă a cărei luciu metalic dispare repede la aer; cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și nu prezintă alte forme alotropice. Este un metal ușor (densitatea 0,86 kg/dm$^3$), ușor volatil și cu o bună conductibilitate electrică. Are p.t. 63,5°C, p.f. 760°C, căldura masică (la 20°C), 0,741 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}963 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C), 0,0655 $\Omega \cdot mm^2/m$. Din punct de vedere mecanic este un metal moale și compresibil. Este foarte activ din punct de vedere chimic: se combină ușor cu oxigenul din aer, descompune energic apa cu degajare de hidrogen, reacționează ușor cu halogenii și cu sulful formînd combinațiile respective. **P.** metalic se utilizează la construcția celulelor fotoelectrice. Sin. *kaliu*.

**POTENȚIAL DE CARBON,** conținut de carbon preluat de o probă de oțel la temperatură și presiune stabilite, în echilibru cu atmosfera controlată.

**POWELLIT,** $CaMoO_4$ sau $Ca(Mo, W)O_4$, molibdat de calciu, cristalizat în sistemul tetragonal. Prezintă duritatea 3,5 (scara Mohs) și densitatea 4,526 kg/dm$^3$. Are culoarea galbenă cu nuanță verzuie. Este semitransparent. Compoziția chimică corespunde de fapt unui amestec de $MoO_4Ca$ cu $WO_4Ca$. Pe lîngă componenții principali (analiza chimică indică 58,55% $MoO_3$, 10,28% $WO_3$, 25,5% CaO) mai conține și alte impurități ca de ex.: $SiO_2$, MgO și $Fe_2O_3$. Se găsește în U.R.S.S., S.U.A., Maroc. Este folosit la producerea molibdenului și a aliajelor sale.

**PRAF DE FURNAL,** material solid în formă de particule foarte fine de minereu, cocs și calcar, captat în instalațiile de epurare a gazului de furnal. Este valorificat în amestecul de aglomerare sau peletizare a minereurilor de fier.

**PRĂJIRE,** operație pirometalurgică de preparare a minereurilor, în timpul căreia au loc diverse transformări fizice și chimice, fără a se atinge temperaturi care să provoace topirea minereurilor. Prin **P.,** minereurile devin, în general, mai friabile și mai poroase, fapt care are o deosebită importanță în procesul metalurgic de extragere a metalelor. După natura transformărilor chimice care se produc, poate fi: clorurantă, oxi-

Scanned with OKEN Scanner

dantă, reducătoare, sulfatizantă, volatilizantă. În industrie se realizează în următoarele tipuri de cuptoare: cuptor de prăjire rotativ, cuptor de prăjire vertical cu cuvă, cuptor de prăjire cu vatră mobilă, cuptor de tip Telleroffen, cuptor de prăjire cu vetre polietajate, cuptor de prăjire în strat fluidizat.

**prăjire clorurantă,** prăjire care se aplică în special atunci cînt este necesară transformarea unei sulfuri sau a unui metal în clorură metalică solubilă, în vederea prelucrării pe cale hidrometalurgică. Se efectuează în prezența acidului clorhidric (HCl) sau a clorurii de sodiu (NaCl) după reacțiile:

$$Me + 2HCl = MeCl_2 + H_2$$

$$MeS + 2O_2 = MeSO_4$$

$$MeSO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + MeCl_2$$

$$2MeS + 3O_2 = 2MeO + 2SO_2$$

$$MeO + 2HCl = MaCl_2 + H_2O$$

Operația se utilizează în metalurgia argintului, a aurului etc.

**prăjire oxidantă,** prăjire folosită pentru transformarea sulfurilor, arsenurilor, stibiurilor etc. dintr-un minereu, în oxizi, cu ajutorul oxigenului din aer, conform reacției:

$$2MeS + 3O_2 = 2MeO + 2SO_2.$$

Operația se aplică în special în metalurgia plumbului, a zincului și a antimoniului.

**prăjire reducătoare,** prăjire în timpul căreia un oxid metalic superior se transformă într-un oxid inferior cu ajutorul unui agent reducător (carbonul, oxidul de carbon și hidrogenul), conform reacției:

$$MeO_n + R = MeO_{n-1} + RO.$$

Este folosită în metalurgie în mod curent ca operație ajutătoare la prepararea minereurilor de fier prin separare magnetică, transformînd un oxid cu permeabilitate magnetică mică (limonita sau hematita) în unul cu permeabilitate magnetică mai mare (magnetita), în acest caz denumindu-se și *prăjire magnetizantă.*

**prăjire sulfatizantă,** prăjire care urmărește transformarea prin oxidare, a unei sulfuri într-un sulfat solubil în apă sau într-o soluție acidă, din care metalul se extrage prin precipitare. Este folosită în special în metalurgia cuprului și a zincului.

**prăjire volatilizantă,** prăjire efectuată în scopul obținerii unui compus metalic, volatil, care se evacuează cu gazele din cuptor și, ulterior, se captează prin condensare. În acest mod se îndepărtează arseniul și antimoniul din anumite minereuri sub formă de trioxizi ($As_2O_3$, $Sb_2O_3$):

$$2As_2S_3 + 9O_2 = 2As_2O_3 + 6SO_2$$

$$2Sb_2S_3 + 9O_2 = 2Sb_2O_3 + 6SO_2.$$

**PRĂJIRE AGLOMERANTĂ,** operație la care sînt supuse minereurile prăfoase sau concentratele pentru realizarea, concomitentă, a prăjirii și aglomerării acestora în aceeași instalație. Se aplică, în special, în metalurgia plumbului (→ *plumb*).

**PREAFINARE,** operație de afinare preliminară la care se supun fontele, în special, înainte de a fi introduse în cuptoarele de elaborare a oțelului, pentru corectarea compoziției lor chimice. Se aplică fontelor al căror conținut de carbon, mangan sau siliciu depășește limitele prescrise în norme sau standarde. Se realizează folosind, de obicei, oxigen, aer îmbogățit cu oxigen și, uneori, oxid de fier. Se poate face în oala de turnare amenajată în acest scop, pe jgheabul de fontă de la furnal etc.

**PREALIAJ,** aliaj intermediar folosit la elaborarea aliajelor neferoase.

Scanned with OKEN Scanner

Se folosește atunci cînd unul sau mai multe elemente de aliere nu se pot introduce în stare pură din următoarele motive: este greu fuzibil, se dizolvă încet în metalul de bază la temperatura de elaborare a aliajului (de ex.: Ni, Fe, Co, Mn, Be, Zr, Ti etc.), este ușor oxidabil, are temperatură de topire prea joasă și tensiune mare de vapori de elaborare (P, Cd, Sb, Te etc.). **P.** trebuie să îndeplinească următoarele condiții: temperatură de topire apropiată de a metalului de bază, conținut cît mai mare de elemente de aliere, să fie fragil și, deci, ușor de spart, ușor de elaborat, să nu conțină impurități dăunătoare, să aibă compoziție exactă. În general, se folosesc aliaje binare dar, în unele cazuri, se folosesc și aliaje ternare sau complexe. În tabelul 18 se prezintă compoziții de diferite **P.**

**PREPARAREA MATERIILOR PRIME,** ansamblu de operații la care trebuie supuse diverse materiale (minereuri, combustibili solizi, fondanți etc.) în scopul utilizării lor în mod economic și rațional în procesele metalurgice. Operațiile de **P. M. P.** se clasifică în: operații de preparare mecanică și operații de preparare termică.

**prepararea mecanică** constă dintr-un ansamblu de operații mecanice efectuate pe cale uscată sau pe cale umedă prin care materialul prelucrat nu suferă modificări chimice sau structurale. **p. m.** cuprinde opera-

*Tabelul 18*

| Prealiajul | % Cu | Element de aliere (%) | Temperatura de topire (°C) | Prealiajul | % Al | Element de aliere (%) | Temperatura de topire (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu—Mn | 73 | 27 | 800—900 | Al—Si | 85—88 | 12—15 | 620—660 |
| Cu—Fe | 90—95 | 10—5 | 800 | Al—Cu | 55—50 | 45—50 | 570—600 |
| Cu—Si | 75 | 25 | 1000 | Al—Mg | 89—91 | 9—11 | 560—640 |
| Cu—Al | 50 | 50 | 580 | Al—Mn | 89—91 | 9—11 | 770—830 |
| Cu—P | 90—93 | 10—7 | 900—1020 | Al—Fe | 89—91 | 9—11 | 800—850 |
| Cu—Sn | 50 | 50 | 780 | Al—Ti | 97—95 | 3—5 | 680—720 |
| Cu—Ni | 67—85 | 15—33 | 1050—1250 | Al—Cu—Mn | 50 | 40 Cu; 10 Mn; rest Al | 650 |
| Cu—Sb | 50 | 50 | 680 | Al—Cu—Fe | 70 | 20 Cu; 10 Fe; rest Al | 830 |
| Cu—Be | 85—93 | 15—7 | 1450 | Al—Cu—Ni | 50 | 40 Cu; 10 Ni; rest Al | 670 |

Scanned with OKEN Scanner

țiile: sfărîmare, clasare, concentrare, omogenizare și brichetare.
**prepararea termică** reprezintă ansamblu de operații pirometalurgice prin care materialul prelucrat este supus unor transformări fizice și, în special chimice, în scopul obținerii unui produs care să poată fi valorificat în condiții cît mai avantajoase în diverse procese de elaborare a metalelor. **p. t.** cuprinde operațiile: calcinare, prăjire, aglomerare și peletizare (durificarea peletelor).

**PRESARE,** operație de compactizare a pulberilor metalice în matrițe sau forme, care asigură produsului obținut dimensiunea și forma cerută. Se poate realiza mecanic (la prese hidraulice), izostatic și prin explozie.
**presare izostatică,** procedeu de presare a pulberii metalice, în vederea obținerii diverselor piese, prin asigurarea unei presiuni uniforme pe întreaga suprafață exterioară a formei în care are loc presarea. Pentru aceasta pulberea se introduce într-o formă flexibilă, închisă etanș și așezată într-un recipient în care se poate realiza o presiune pînă la cca 10 000 daN/cm². Înainte de introducerea în camera de presare se face o presare preliminară a pulberii, prin scuturare sau vibrare pentru a se asigura o umplere completă a formei. **p. i.** se poate face la cald sau la rece. Pentru confecționarea formelor în care se face presarea la rece se pot utiliza materiale ca: silicon, cauciuc silicios, plastisol etc. Ca fluid pentru presarea la rece se folosesc apa, uleiul, glicerina etc. În principal o instalație pentru **p. i.** este alcătuită din pompe cu ajutorul cărora se obține presiunea necesară, camera de presare și un sistem de comandă. Menținerea formelor în camera de comandă durează, în general, 20 min. Procedeul permite fabricarea pieselor de forme complicate folosind o instalație simplă și materiale ieftine.

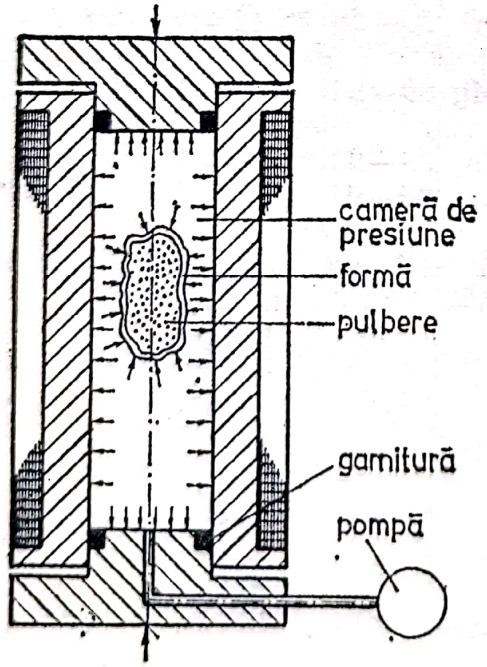


Fig. P. 19.

**presare prin explozie,** procedeu de presare a pulberii metalice în matrițe care în vederea obținerii diverselor piese, utilizează dornuri acționate de energia degajată de un exploziv. Operația se realizează într-un timp scurt și la presiuni mari. Pentru executarea **p. prin e.** trebuie stabilite în mod rațional, natura și cantitatea explozivului, locul de amplasare al acestuia, modul de amorsare etc. **p. prin e.** poate fi combinată și cu presarea izostatică, în cazul cînd energia degajată de exploziv este transmisă unui fluid de presare. Pentru aceasta energia de explozie acționează mai întîi asupra unui piston care, la rîndul său, imprimă fluidului de presare o presiune ridicată.

**PRESĂ DE CĂLIRE,** instalație mecanică în care se realizează tensiuni egale și de sens contrar cu cele care apar, datorită transformărilor fazice, la piesele supuse răcirii pentru călire.

**PROBĂ METALOGRAFICĂ,** parte prelevată (cu latura de 10—15 mm)

Scanned with OKEN Scanner

dintr-un material metalic, pregătită, în prealabil, în vederea controlului metalografic. La prelevare trebuie să se țină seama ca proba să nu se supraîncălzească sau să se răcească intens, pentru a nu denatura structura materialului metalic. În prealabil suprafața **P. M.** se prelucrează pînă la aspect plan, la un polizor, după care urmează operația de lustruire cu hîrtii de șmirghel de granulații din ce în ce mai fine; la lustruire, pe suprafața probei apar striuri paralele din ce în ce mai fine. (la schimbarea hîrtiei probele se rotesc cu 90°, pentru a putea observa eliminarea striurilor corespunzătoare hîrtiei precedente.) Lustruirea finală, pentru a obține suprafață oglindă, se realizează pe un disc rotativ învelit în pîslă și cu un abraziv foarte fin (de ex.: $Al_2O_3$ sau MgO) în suspensie în apă, proiectat pe suprafața acestuia. Pe proba lustruită nu se pune în evidență structura, cîmpul microscopului apărînd luminat intens; se pot pune în evidență numai pori, fisuri sau constituenți colorați (grafitul — cenușiu închis — în fonte, $Cu_2O$ — albăstrui — în cupru, incluziuni nemetalice etc.).
Pentru a pune în evidență structura este necesar atacul suprafeței probei lustruite cu reactivi metalografici.

**PROBĂ PANĂ,** probă tehnologică pentru determinarea compoziției chimice și a tendinței de albire a fontelor cenușii turnate. Fonta lichidă se toarnă în forma obținută cu modelul-pană prezentat în fig. P. 20, *a*. După turnare, piesa turnată (**P. P.** obținută) după scurt timp de la solidificare se scoate din formă (la ~ 900°C) și se răcește prin agitare (pentru îndepărtarea nisipului aderent) în apă pînă la temperatura obișnuită. Funcție de aspectul în spărtură al probei prin comparație cu aspectele prezentate în tabele (fig. P. 20, *b*), se poate aprecia compoziția chimică și tendința de albire a fontei elaborate.

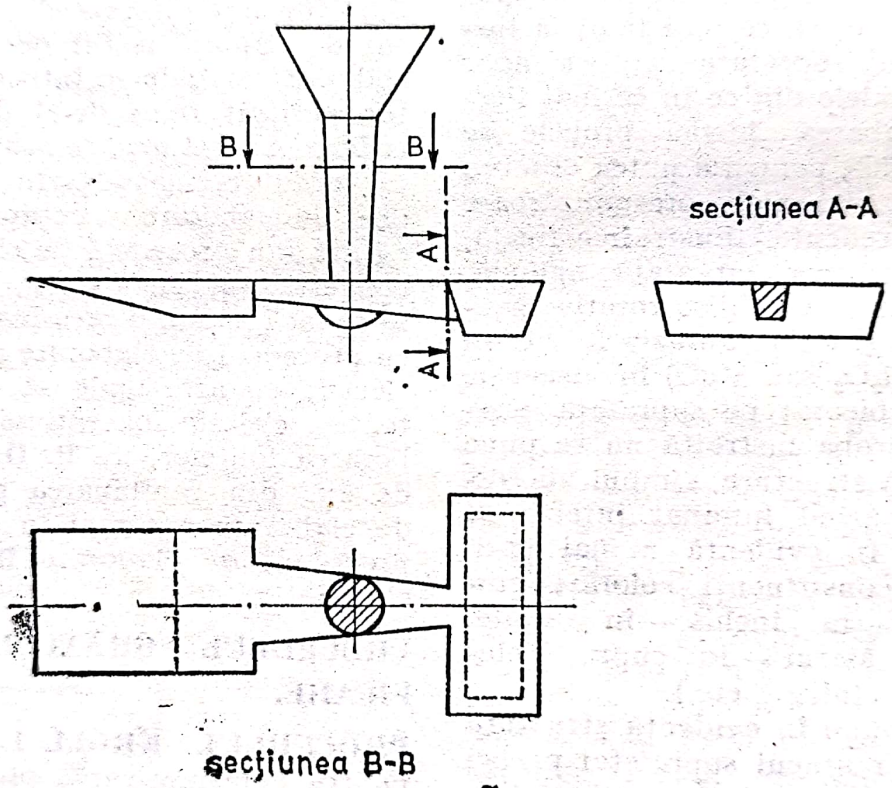
**PROCEDEUL DUPLEX,** denumire dată procedeului rezultat din combinarea a două procedee distincte. Termenul este utilizat în special pentru procedeele de elaborare a fontei sau a oțelului în care o parte din operațiile de elaborare au loc după un anumit procedeu și într-un tip de cuptor, restul operațiilor de elaborare făcîndu-se într-un alt cuptor potrivit celui de-al doilea procedeu. În acest mod se poate combina procedeul Siemens-Martin cu procedeul de elaborare în cuptorul electric cu arc sau procedeul de elaborare în convertizorul cu oxigen, după care să se facă numai o preafinare a fontei cu procedeul de elaborare în cuptorul electric cu arc, unde să se execute toate celelalte operațiuni. La elaborarea fontelor, un **P. D.** se obține de ex. din combinarea procedeului de elaborare a fontei în cubilou cu procedeul de elaborare în cuptorul electric.

**PROCEDEUL GRÄNCOLD, DURIFICARE.**

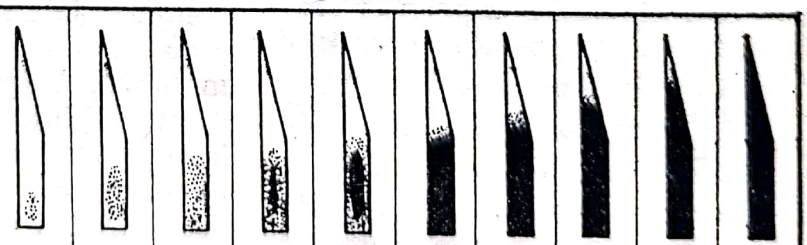
**PROCEDEUL KROLL 1.** Procedeu pentru debismutizarea plumbului cu ajutorul calciului și magneziului, care se adaugă în topitură, rezultînd compuși definiți ($Bi_2Ca_2$, $Bi_2Mg_2$ etc.) greu fuzibili și insolubili în baia metalică. Avînd o densitate mai mică decît a plumbului aceștia se ridică la suprafața băii de plumb sub forma unei pojghițe, care se îndepărtează ușor. Calciul este introdus sub formă de prealiaj Pb—Ca (3—4% Ca), iar magneziul folosind un dispozitiv special. Operația se realizează la temperaturi de 380—450°C. **2.** Procedeu pentru extragerea titanului din materii prime prin reducerea cu magneziu a tetraclorurei de titan, în atmosferă de heliu. Tetraclorura de

Scanned with OKEN Scanner

titan se obține prin clorurarea materiei prime, la temperatura de 700—800°C, cu clor gazos. Operația are loc în prezența carbonului și se desfășoară conform reacției: $TiO_2 + C + 2Cl_2 = TiCl_4 + CO_2$. Se poate realiza în cuptor vertical încălzit electric cu electrozi de cărbune, folosind brichete obținute dintr-un amestec de materie primă, liant și praf de cocs sau în strat fluidizat, caz în care materia primă amestecată cu cocsul se introduce sub formă de praf. După evacuarea din cuptor tetraclorura de titan în stare volatilă se captează într-un condensator. Deoarece conține 97—98% $TiCl_4$ se supune unui proces de purificare




a

| Aspectul probei în ruptură |  | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Siliciu, % | 1,12 | 1,17 | 1,22 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,58 | 1,71 | 1,78 | 2,09 |
| Carbon, % | 3,14 | 3,13 | 3,19 | 3,22 | 3,34 | 3,28 | 3,32 | 3,35 | 3,43 | 3,46 |
| C+Si, % | 4,28 | 4,30 | 4,41 | 4,48 | 4,70 | 4,74 | 4,90 | 5,06 | 5,21 | 5,55 |

b

**Fig. P. 20.**

prin filtrare și distilare. Reducerea tetraclorurei de titan se face cu magneziu, într-un creuzet din oțel încălzit, în exterior, la temperatura de 850—900°C. La început se introduce magneziu solid care se topește în atmosferă de heliu. După topire, la partea superioară a creuzetului, se introduce tetraclorura de titan lichidă din care se obține titanul, după reacția: $TiCl_4 + 2Mg = Ti + 2MgCl_2$. În timpul operației, clorura de magneziu formată se elimină periodic, pe la partea inferioară, iar particulele de titan se sinterizează luînd aspectul unui material buretos. După terminarea reducerii, masa buretoasă de titan se scoate din retortă prin așchiere și se supune unui proces de rafinare prin distilare în vid, la temperatura de cca 900°C. Operația se face într-o retortă de oțel încălzită la partea inferioară într-un cuptor electric. Partea superioară este răcită și servește pentru condensarea impurităților volatilizate din titan. Se obține titan cu o puritate de 99,5% Ti.

**PRODUS CROMOMAGNEZITIC,** produs refractar termostabil și rezistent la atacul zgurelor (bazice sau acide), fabricat dintr-un amestec de magnezită și cromit. Se obține din cromit natural, magnezită sinterizată (→ *produs magnezitic)* și un adaos de țunder sau minereu de fier. Ca liant pentru fasonare se întrebuințează o soluție de leșie sulfitică și alcool. În funcție de conținutul de MgO pot fi două categorii de produse cromomagnezitice: obișnuite (40 — 55% MgO) și termostabile (55—70% MgO). Ca urmare, proporția de cromit și magnezit din amestecul de materiale se dozează în funcție de tipul produsului refractar fabricat. După amestecarea și umezirea materialelor urmează fasonarea, executată cu ajutorul preselor hidraulice. Cu cît fasonarea are loc la presiuni mai ridicate cu atît mai mare va fi stabilitatea termică a produsului refractar obținut. În continuare se face uscarea în uscătoare tunel și, apoi, arderea în cuptoare cu cameră sau în cuptoare tunel. *Produsele cromomagnezitice obișnuite* se ard la o temperatură de cca 1 560°C., iar *produsele cromomagnezitice termostabile* la 1 650—1 700°C. Caracteristicile principale ale celor două categorii de **P. C.** sînt date în tabelul 19. În mod curent, cărămizile obișnuite de cromomagnezită sînt folosite la căptușeala cuptoarelor, ca un strat intermediar, între cărămizile de silica și cărămizile de magnezită. Cărămizile de cromomagnezită termostabile se folosesc în locul cărămizilor de silica, la fabricarea bolților cuptoarelor Martin, făcînd posibilă ridicarea temperaturii în cursul

*Tabelul 19*

| Produs cromomagnezitic | Compoziția chimică, % | | | | | Refractaritate °C | Stabilitate termică, nr. de cicluri |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MgO | $Cr_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $SiO_2$ | | |
| *obișnuit* | 43—55 | 22—25 | 13—16 | 10—17 | 4,5—6 | Peste 1920 | 2—5 |
| *termostabil* | 55—70 | 8—16 | 10—13 | 4—7 | 4—5 | 2340 | 40—60 |

procesului de elaborare și creșterea productivității cuptoarelor.

**PRODUS DE SILICA,** produs refractar care conține cel puțin 93% $SiO_2$. În general, se prezintă sub formă de cărămizi, fiind folosit la construcția boltei cuptorului Siemens-Martin, a cuptorului electric, la zidăria cuptoarelor de încălzire etc. Pentru fabricarea lor ca materie primă se folosesc cuarțitele pure conținînd peste 95% $SiO_2$ și la care proporția de $Al_2O_3 + TiO_2$ nu trebuie să depășească 1,5%. Deosebit de dăunătoare procesului de fabricație sînt alcaliile și mai ales alumina care produc scăderea temperaturii de înmuiere. Materia primă se amestecă cu mineralizatori și lianți. Mineralizatorii (var sau oxizi de fier) au rolul de a favoriza transformarea cuarțului în tridimit. **P. de S.** obținute cu oxizi de fier, după ardere, au o culoare brun-cafenie sau brun-verzuie din care motiv se numește *silica neagră*. Varul adăugat în materia primă joacă rol de mineralizator și de liant. Se mai utilizează și lianți de natură organică, ca de ex.: o soluție de alcool și leșie sulfitică. Materialele necesare fabricării **P. de S.** se amestecă într-o moară chiliană după care sînt fasonate la prese cu fricțiune sau la prese hidraulice. Apoi, sînt uscate în uscătoare tunel și se ard în cuptoare cu cameră sau cuptoare tunel. Cuptoarele tunel au un randament termic mai bun și prezintă avantajul că pot efectua și uscarea cărămizilor. Temperatura de ardere este cuprinsă între 1 430 și 1 450°C, urmărindu-se obținerea unei structuri formate în majoritate din tridimit. În compoziția unei cărămizi de silica bune trebuie să intre 60—80% $SiO_2$ sub formă de tridimit, iar restul sub formă de cristobalit. Are refractaritate de cca 1 700°C și temperatura de început de înmuiere sub sarcină de cca 1 630°C. Prezintă o slabă rezistență la șoc termic și la atacul zgurelor bazice.

**PRODUS DE ȘAMOTĂ,** produs refractar silicoaluminos ($Al_2O_3 + SiO_2$) cu un conținut de 30—45% $Al_2O_3$. Reprezintă cca 70% din totalul produselor refractare fiind utilizate în diverse ramuri industriale. Cu cît argila conține mai puține impurități cu atît produsele obținute sînt de calitate mai bună. Întrucît argilele și caolinele conțin totdeauna o anumită cantitate de fondanți, nu mai este necesar să se mai adauge mineralizatori, ca în cazul produselor de silica. De asemenea, nu mai este necesar să se adauge nici lianți pentru formarea unei mase plastice, deoarece amestecul de materiale necesar obținerii acestor produse este format din șamotă și argilă sau caolin. Șamota este o argilă arsă. Arderea argilei are loc, de obicei, în cuptoare verticale sau în cuptoare rotative. Folosirea șamotei la fabricarea produselor refractare silico-aluminoase are rolul de a diminua contracția produsului, în timpul procesului de ardere. Procesul tehnologic decurge în felul următor: argila se supune, în prealabil, unei operații de uscare în cuptor rotativ după care se macină, în dezintegratoare, la o granulație de 0,5 mm (peste 80%). La fabricarea **P. de Ș.** obișnuite se folosește 50—60% șamotă și 40—50% praf de argilă. Înainte de introducerea apei pentru plastifiere, părțile componente se amestecă bine între ele. La fasonarea plastică amestecul trebuie să conțină 18—19% apă, iar la fasonarea semiuscată numai 8—9% apă. Fasonarea semiuscată se face la prese mecanice sau hidraulice cu ajutorul matrițelor. Pentru produsele de dimensiuni mari sau cu o formă complicată se folosește fasonarea manuală prin batere. Arderea produselor refractare se face la o temperatură de 1 350—1 400°C, cu o viteză de 5°C/

Scanned with OKEN Scanner

min pînă la cca 300°C și, apoi, cu o viteză de cca 10°C/min, pînă la temperatura de ardere. Se fabrică **P. de Ș.** cu refractaritate cuprinsă între 1 580—1 750°C și temperatură de început de înmuiere sub sarcină de 1 420—1 550°C. Prezintă o bună stabilitate termică precum și rezistență remarcabilă la acțiunea mediului reducător și oxidant. Nu rezistă la acțiunea zgurelor feroase, manganice și la atacul oxizilor de fier. În metalurgie au o utilizare largă, pentru execuția zidăriei furnalelor, cuptoarelor de elaborarea oțelului, cubilourilor, cuptoarelor de încălzire și tratament termic etc.

**PRODUS MAGNEZITIC,** produs refractar care conține peste 85% MgO. Numele acestor produse derivă de la magnezit, $MgCO_3$, materie primă care stă la baza procesului lor de fabricație. În loc de magnezit se mai poate întrebuința hidroxidul de magneziu, obținut, prin precipitare, din apa de mare. Magnezitul brut se concentrează și se supune calcinării sau sinterizării. Calcinarea are loc la temperatura de 800—850°C obținîndu-se un material care prezintă proprietăți active, din punct de vedere chimic. Sinterizarea magnezitei se face la 1 550—1 650°C. Atît calcinarea cît și sinterizarea se realizează în cuptoare rotative sau verticale. Magnezitul sinterizat se prezintă sub formă granulară și poate fi utilizat direct la realizarea vetrelor unor cuptoare pentru elaborarea oțelului (cuptoare electrice, cuptoare Siemens-Martin). Pentru fabricarea produselor fasonate, magnezitul sinterizat, cu granule mai mici de 2 mm, se amestecă cu melasă, ca liant. La execuția căptușelilor prin ștampare se mai poate folosi ca liant, gudronul deshidratat. Fasonarea are loc în prese hidraulice, capabile să dezvolte o forță de presare ridicată, deoarece materialul prezintă o plasticitate redusă. Presarea se execută în două etape: la început la o presiune de 180 daN/cm² și, apoi, la o presiune de 800 daN/cm². Arderea are loc la o temperatură de 1 550—1 650°C. **P. M.** fac parte din categoria materialelor suprarefractare (peste 2 000°C). Au temperatura de început de înmuiere de 1 450—1 520°C și prezintă o stabilitate termică foarte redusă, datorată variațiilor în compoziția mineralogică și a coeficientului mare de dilatare termică. Nu rezistă la atacul zgurelor acide, dar prezintă o bună stabilitate față de zgurele bazice, inclusiv, a celor bogate în oxizi de fier. Pentru creșterea stabilității lor termice se utilizează un adaos de bauxită, iar arderea produselor fasonate cu acest adaos se face la 1 600—1 650°C. În scopul ridicării temperaturii de început de înmuiere sub sarcină, la 1 600°C, se folosește ca liant forsteritul. Pentru scopuri speciale se utilizează **P. M.** topite și măcinate care posedă o remarcabilă stabilitate termică și o temperatură de început de înmuiere, sub sarcină, de 1 660°C. Au o largă utilizare în metalurgie, în special, la realizarea căptușelii refractare a cuptoarelor de elaborarea oțelurilor.

**PRODUS MULLITIC,** produs refractar care conține 70% $Al_2O_3$ și 28% $SiO_2$ și poate fi obținut prin topire în cuptoare electrice sau prin topire cu termit. În primul procedeu, amestecul de materiale format din cocs, fier vechi și sillimanit se încarcă într-un cuptor electric din care rezultă o topitură care este turnată, în forme speciale, corespunzătoare ca dimensiuni și formă diverselor produse refractare. Răcirea materialului se face lent, timp de 4 pînă la 10 zile. Al doilea procedeu urmărește obținerea topiturii mullitice cu ajutorul unui amestec de termit; oxidul de

Scanned with OKEN Scanner

aluminiu rezultat în urma reacției de ardere a termitului intră în componența mullitului. **P. M.** sînt foarte compacte și sînt folosite la căptușirea unor cuptoare (cuptoarele pentru fabricarea sticlei) în industria chimică și în industria metalurgică.

**PRODUS REFRACTAR,** material pulverulent, granular sau în stare compactă prezentînd anumite forme geometrice, rezistent la temperaturi ridicate și destinat, în special, execuției căptușelilor interioare a cuptoarelor industriale. Refractaritatea acestor materiale trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu 1 580°C. Peste 50% din producția lor se consumă în industria metalurgică. În afară de refractaritate, **P. R.** mai trebuie să prezinte o serie de proprietăți ca: rezistență la acțiunea chimică a metalelor și zgurelor topite și a diverselor atmosfere din interiorul cuptoarelor, rezistență la compresiune, porozitate și greutate specifică, conductivitate termică, stabilitate termică etc. Cele mai uzuale criterii de clasificare a **P. R.** sînt: forma, refractaritatea și compoziția chimică. După formă pot fi: *produse refractare fasonate* (cărămizi, creuzete, tuburi, dopuri, orificii etc.) și *produse refractare granulare* sau *pulverulente* (mortare refractare, mase plastice refractare și făinuri refractare). În funcție de refractaritate pot fi: *produse cu refractaritate normală* (1 580—1 750°C), *produse cu refractaritate mare* (1 770—2 000°C) și *produse suprarefractare* (corindon, carborundum, silită) care rezistă la temperaturi de peste 2 000°C. După compoziția chimică se clasifică în: → *produse de silica*, → *produse de șamotă*, → *produse magnezitice*, → *produse dolomitice*, → *produse cromomagnezitice*, → *produse mullitice*, → *produse cromitice* etc. În cadrul aceleiași clase, forma și caracteristicile principale pot să difere în funcție de destinație: furnal, cubilou, cuptor Martin, melanjor, oală de turnare etc. Sin. *material refractar*.

**PROFILE METALICE,** produse finite din oțel sau aliaje neferoase avînd lungimea mult mai mare decît dimensiunile secțiunii transversale și care se obțin în special prin laminare. După forma secțiunii transversale se disting profile simple și profile fasonate. **profilele metalice simple,** (fig. P. 21),

**Fig. P. 21.**

sînt profilele a căror secțiune transversală are forma unei figuri geometrice simple: pătrat, dreptunghi, triunghi, cerc etc. Cele mai folosite profile simple din oțel sînt: oțel pătrat, oțel lat, oțel rotund sau semirotund și sîrma. **Profilele fasonate,** (fig. P. 22), au secțiunea transversală de o formă geometrică mai complexă. Pot avea două axe de simetrie perpendiculare, o singură axă de simetrie sau pot fi asimetrice.

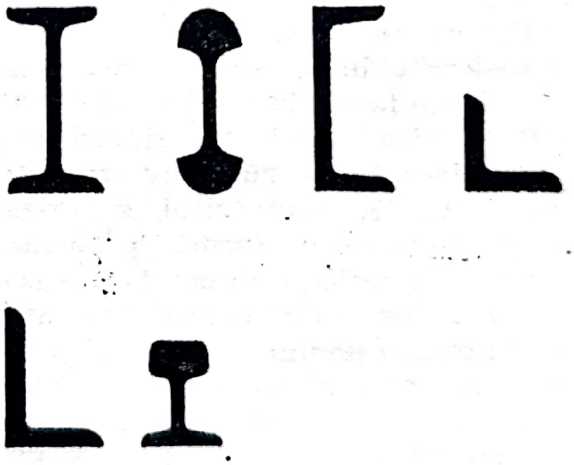


**Fig. P. 22.**

Scanned with OKEN Scanner

Ca urmare, se grupează în două categorii: profilele fasonate obișnuite și profilele fasonate speciale. Din categoria *profilelor fasonate obișnuite* fac parte: oțelul I, oțelul U, oțelul Z, corniere cu aripi egale și neegale etc. În categoria *profilelor fasonate speciale* intră o varietate mare de produse finite ca: șine de cale ferată, șine de tramvai, eclise etc. După greutatea pe metru liniar sau mărimea secțiunii transversale, **P. M.** se împart în: profile grele, profile mijlocii și profile ușoare. **Profilele metalice grele** posedă o greutate care depășește, în general, 30 kg/m. În grupa **profilelor metalice mijlocii** se includ: profilele rotunde avînd diametrul cuprins între 30 și 80 mm, profilele pătrate cu latura cuprinsă între 30 și 80 mm, profilele I și U cu înălțimea de 50—160 mm etc. Din grupa **profilelor metalice ușoare** fac parte: profilele pătrate cu latura de max. 30 mm, benzile cu lățimea de max. 100 mm, cornier cu aripi egale și neegale cu lungimea aripei pînă la 50 mm exclusiv, sîrme cu diametru pînă la 12 mm etc. O categorie specială de **P. M.** o formează **laminatele cu profil periodic.** Acestea prezintă o secțiune care nu rămîne constantă și variază periodic ca formă și suprafață (de ex.: oțelul beton cu profil periodic).

**PROPRIETĂȚI DE TURNARE,** ansamblu de proprietăți ale metalelor și aliajelor care caracterizează capacitatea acestora de a fi turnate în forme pentru a obține piese fără defecte. Importanță deosebită au: fluiditatea, → *contracția*, tendința de a forma goluri de contracție și tendința de a forma tensiuni.

**fluiditatea metalului sau aliajului lichid** reprezintă capacitatea acestora de a umple secțiunile subțiri ale cavității formei, respectiv, ale piesei turnate. În principal este funcție de compoziția chimică, temperatura de turnare (supraîncălzire) și de alte proprietăți ale metalului lichid și de forma în care se toarnă (umiditate, temperatură, calitatea suprafeței). Se măsoară prin turnarea

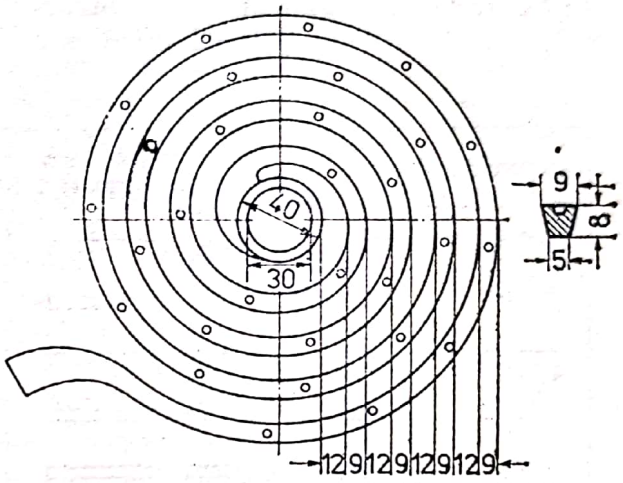



**Fig. P. 23.**

materialului lichid într-o cavitate realizată în formă crudă cu model în formă de spirală, *proba spirală*, (mai ales, la fonte) sau de U (la oțeluri), cu dimensiuni determinate. Lungimea spiralei obținute sau înălțimea de ridicare a metalului lichid în cavitatea U constituie măsura fluidității (fig. P. 23).

**tendința de a forma goluri de contracție** (→ *retasură*) este tot o consecință a fenomenului de contracție. Acestea apar în intervalul de solidificare a piesei turnate în părțile care se solidifică ultimele (îngroșate), concentrate (un gol mai mare alături de 2—3 mai mici (retasuri)) sau dispersate (goluri mici — microretasuri). Este pronunțată la aliajele cu contracție mare.

**tendințe de a forma tensiuni** (fig. P. 24), se datorește fenomenului de contracție și se manifestă prin apariția la solidificarea materialelor meta-

lice a unor forțe, care raportate la suprafața în care acționează poartă numele de tensiuni. Tensiunile pot fi de contracție, termice și fazice. *Tensiunile de contracție* apar cînd la contracție se opune forma de turnare sau miezurile (frînare mecanică a contracției); ele apar la piesele cu configurație neregulată (→ *contracție*), prevăzute cu proeminențe sau goluri mari, cînd amestecul de formare nu are compresibilitate. *Tensiunile termice* apar datorită grosimii neuniforme a diferitelor părți ale piesei. Părțile subțiri se răcesc mai repede și, deci, se vor contracta înaintea celor groase, care se răcesc mai greu și, deci se vor contracta mai tîrziu; această diferență de contracție în timp dă naștere la tensiuni. *Tensiunile fazice* sînt provocate de transformările structurale care apar în timp, în diferite părți și secțiuni ale piesei turnate. În funcție de grosimea secțiunilor tensiunile pot fi de întindere sau de compresiune, de același sens sau de sens contrar, în final acționînd o tensiune rezultantă. Cînd aceasta depășește rezistența materialului, în starea în care se află, în piesă apar crăpături.

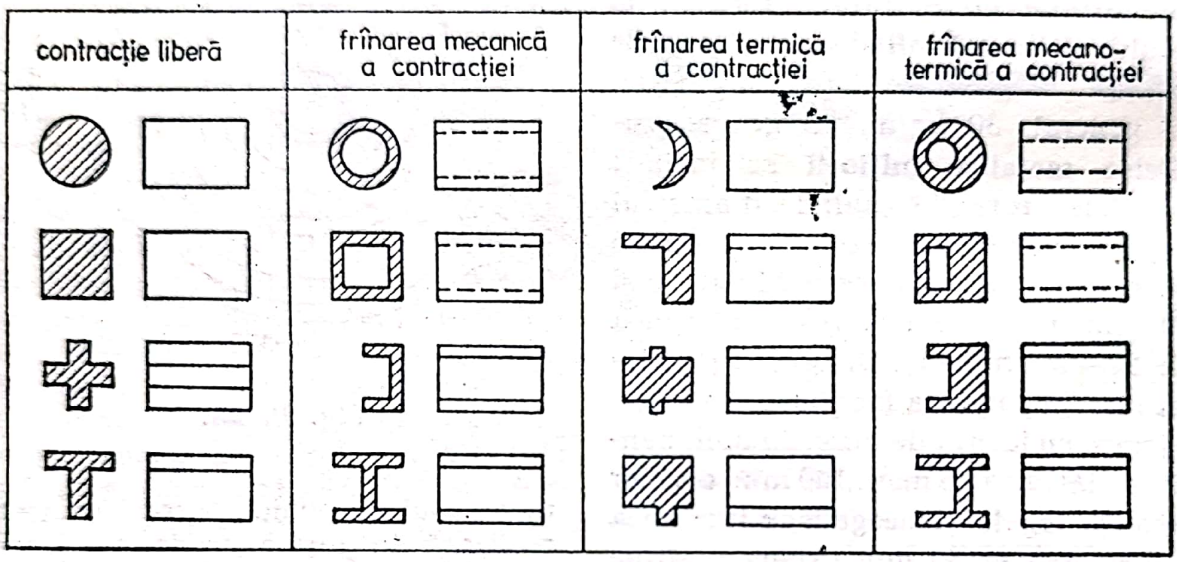



**Fig. P. 24.**

**PROPRIETĂȚI TEHNOLOGICE,** proprietăți care caracterizează comportarea la prelucrare (prin turnare, deformare plastică, prin sudare etc.) a materialelor metalice. Principalele **P. T.** sînt: capacitatea de deformare plastică (maleabilitate, ductibilitate, forjabilitate etc.), capacitatea de turnare, călibilitatea, prelucrabilitatea (capacitate de prelucrare prin așchiere) și sudabilitatea.

**PROUSTIT,** $3Ag_2S \cdot As_2S_3$, sulfoarseniură de argint, cristalizat în sistemul romboedric. De culoare roșie-aprins, are duritatea 2—2,5 (scara Mohs) și densitatea 5,55—5,65 kg/dm³. Conține 65,40% Ag, 19,43% S și 15,17% As. În țara noastră se găsește la Baia Sprie, Săsar, Săcărîmb, Cîrlibaba etc. Cantități importante de **P.** se găsesc în R. D. Germană, Perú, Chile, Mexic, S.U.A. etc. Constituie o materie primă importantă în metalurgia argintului.

**PSILOMELAN,** oxid de mangan, $MnO \cdot kMnO_2 \cdot nH_2O$, cristalizat în sis-

temul rombic, cu un conținut de 45—60% Mn. Are duritatea 4—6 (scara Mohs) și densitatea 4,4—4,7 kg/dm³. Prezintă culoarea gri de oțel pînă la negru. În țara noastră se găsește la Iacobeni, Șaru-Dornei, în masivul Sebeșului, în Munții Apuseni (Drocea) și în Dobrogea (Altîn-Tepe). În cantități mari se găsește în U.R.S.S., Brazilia, Africa de Sud, Congo etc. Se folosește, în special, la fabricarea aliajelor de mangan.

**PUDRĂ DE TURNĂTORIE,** material fin măcinat, care se aplică pe suprafața formelor și miezurilor crude cu scopul de a le proteja față de unele efecte ale contactului cu materialul metalic lichid turnat sau în alte cazuri de a împiedica lipirea semiformelor una de alta. Pe această bază se clasifică în: pudre de protecție și pudre de izolație. *Pudrele de protecție* acționează fie prin crearea, în timpul turnării, a unei atmosfere reducătoare cu depunerea de carbon lucios la suprafața de contact metal-formă (pudre combustibile), fie prin obținerea unui strat subțire refractar plasat între metal și formă (pudre refractare). Pudrele combustibile cu cea mai largă utilizare sînt formate din mangal și huilă fin măcinată. Se recomandă în cazul pieselor cu pereți subțiri, deoarece în cazul pereților groși trece un interval de timp în care pudra arde înainte de a începe procesul de solidificare, nemaiputîndu-și îndeplini rolul. Pudrele refractare din grafit, cuarț și talc acționează prin obținerea unui strat protector care să reziste la temperatura metalului lichid turnat în formă. Pudra de grafit este utilizată în special la formele crude pentru turnarea pieselor din fonte cenușii cu pereți mai groși și pentru turnarea pieselor din fonte albe (în vederea maleabilizării) sau din oțel, cu pereți subțiri. Pudra de cuarț (marșalita) se folosește pentru protejarea cavităților formelor destinate turnării pieselor din oțel. Pudra de talc se folosește la protecția formelor pentru turnarea aliajelor de aluminiu. Utilizarea pudrelor este o practică devenită specifică formării manuale. *Pudrele de izolație* se folosesc pentru a preveni lipirea semiformelor în timpul formării, precum și pentru a preveni lipirea amestecului de formare pe model sau pe cutia de miez; ca pudră de izolație se folosește licopodiu sau praf de cuarț fin.

**PULBERI ELECTROLITICE,** pulberi metalice obținute prin descompunerea electrolitică a metalelor sau a unor aliaje ca: Fe—Ni, Fe—Mo, Ni—Mo, Fe—Cr etc. Procedeul permite fabricarea unei pulberi de mare puritate, formată din granule foarte fine, de formă dendritică. Prin modificarea parametrilor de electroliză se pot realiza pulberi metalice cu diverse proprietăți tehnologice. Pulberea rezultată din electroliză se depune la catod de unde se colectează, se usucă și se macină în mori cu bile. Fabricarea **P. E.** este utilizată, de obicei, în scopuri speciale deoarece prezintă un preț de cost ridicat.

**PULBERI METALICE,** granule de metale pure, aliaje, compuși intermetalici sau amestecuri mecanice a mai multor componenți, cu dimensiuni care pot varia între 0,1 și 1 000 μm. Pot fi utilizate în diverse domenii, ca de ex.: la tăierea cu flacără oxiacetilenică, la fabricarea electrozilor de sudură, în agricultură (pentru decuscutarea semințelor), în industria chimică (pentru obținerea unor catalizatori și coloranți) și ca materie primă în metalurgia pulberilor. Pentru metalurgia pulberilor **P. M.** trebuie să prezinte o anumită granulație (1 și 400 μm), și să posede anumite proprietăți fizice, chimice și tehnologice. Dintre proprietățile fizice se menționează în principal analiza granulometrică, calitatea și mări-



Scanned with OKEN Scanner

mea suprafeței granulelor și duritatea granulelor. Din punct de vedere al formei granulele pot fi aciculare, plate, sferoidale sau poliedrice. În ceea ce privește calitatea suprafeței, aceasta poate fi netedă sau rugoasă. La fel de importante sînt și unele proprietăți chimice. **P. M.** trebuie să conțină o cantitate foarte mică de impurități și un conținut cît mai scăzut de oxigen. Principalele proprietăți tehnologice care intervin în legătură cu folosirea **P. M.** în metalurgia pulberilor sînt: densitatea de presare, factorul de umplere, fluiditatea, presabilitatea, volumul de scuturare, volumul de umplere. *Densitatea de presare* reprezintă densitatea exprimată în g/cm³ a **P. M.** după îndesarea prin scuturare a unei probe, în anumite condiții date. *Factorul de umplere*, U, reprezintă raportul dintre înălțimea de umplere necesară în matriță, $H$, a **P. M.** și înălțimea cerută de semifabricatul presat, $h$, în mm. Se mai poate exprima și prin raportul dintre densitatea pulberii după presare, $\rho_p$ și densitatea pulberii înainte de presare, $\rho_i$, în g/cm³. Se calculează cu relația:

$$U = \frac{H}{h} = \frac{\rho_p}{\rho_i}.$$

*Fluiditatea* pulberii metalice reprezintă cantitatea de **P. M.** care se scurge în unitatea de timp, în anumite condiții date; se exprimă în g/s. Determinarea acestei caracteristici tehnologice se face pe probe de 50 g care se usucă, în prealabil, timp de o oră, într-o etuvă la temperatura de cca 105°C. Aparatul, (fig. P. 25), utilizat pentru stabilirea fluidității se compune, în principal, dintr-o pîlnie metalică, cu dimensiunile standardizate, în care se introduce proba de analizat. Pîlnia se montează pe un suport care se poate deplasa pe un ax vertical fix. Înainte de introducerea probei în pîlnie, orificiul de evacuare se astupă cu degetul după care se cronometrează timpul necesar pentru scurgerea pulberii metalice. Depinde de calitatea suprafeței granulelor, dar mai ales de compoziția granulometrică. Pulberile cu granule mai mari prezintă o fluiditate mai bună decît pulberile fine. *Presabilitatea* este capacitatea de presare a **P. M.**, în funcție de densitatea de presare obținută la anumite presiuni date. În acest scop, probe din aceeași pulbere metalică,

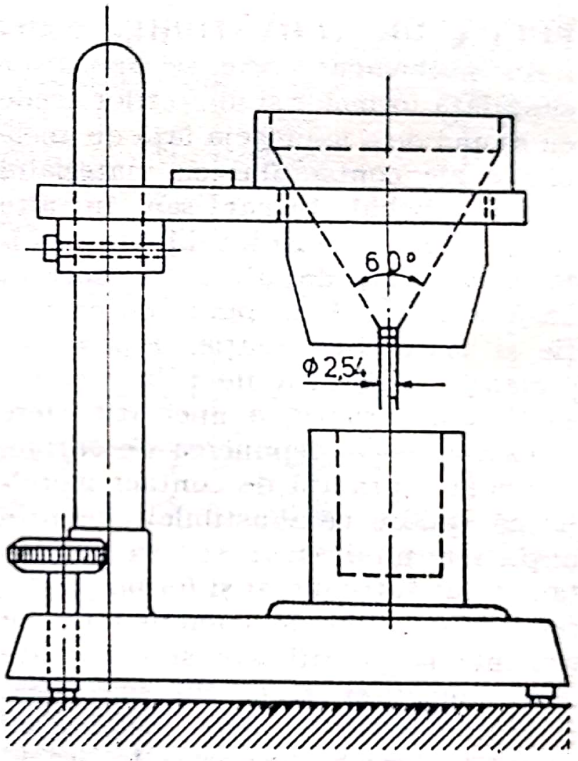



**Fig. P. 25.**

avînd volumul și greutatea constante, se supun la diferite presiuni, (2, 4, 6 tf/cm²) determinîndu-se densitatea de presare rezultată. Reprezentarea grafică a variației densității de presare cu presiunea se exprimă printr-o dreaptă înclinată, cu un anumit unghi $\alpha$, față de abscisă. Construcția grafică se face menționînd densitatea de presare pe ordonată, pe scară logaritmică. Presabilitatea se apreciază după valoarea unghiului $\alpha$ obținut; cu cît acesta este mai mare cu atît pulberea prezintă o presabilitate mai bună. *Volumul de scuturare*, $V_s$,

reprezintă volumul ocupat de 100 g **P. M.** după ce a fost îndesată prin scuturare în anumite condiții date; se exprimă în cm³/100 g. Volumul ocupat de pulberea tasată este mai mic cu 20—25% decît volumul de umplere. *Gradul de îndesare*, $I_s$, realizat se deduce din relația: $I_s = \frac{V_u - V_s}{V_u} \cdot 100$ și se exprimă în % din volumul de umplere. *Volumul de umplere*, $V_u$, reprezintă volumul ocupat de 100 g **P. M.** vărsată liber într-un vas cilindric. Determinarea volumului de umplere se face cu volumetru Skott (fig. P. 26). Pentru determinare se folosește un recipient cilindric cu

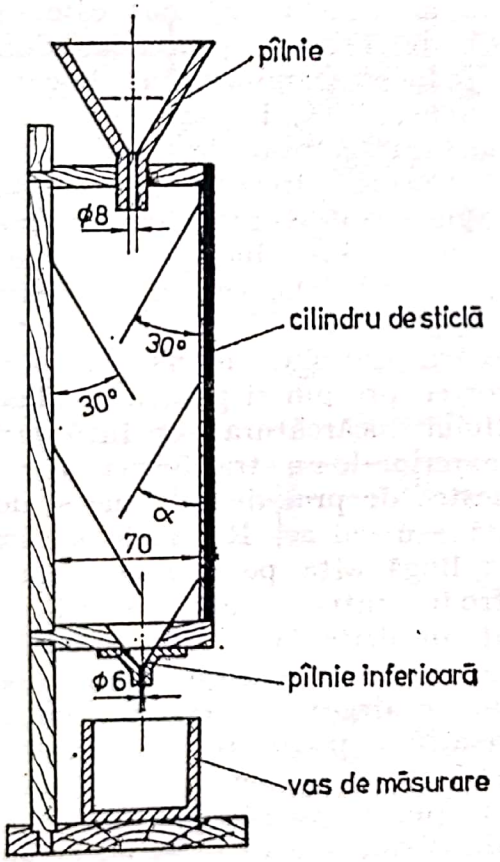



**Fig. P. 26.**

volumul V (cm³) și greutatea $G_1$ (g), cunoscute și se umple cu **P. M.** prin cădere liberă a acesteia în recipient. Pentru a realiza o cădere liberă, pulberea este trecută mai întîi printr-un sistem de șicane. După umplerea și nivelarea pulberii, recipientul se cîntărește, stabilindu-se greutatea $G_2$. Volumul de umplere în cm³/100 g, rezultă din relația:

$$V_u = \frac{100 \cdot V}{G_2 - G_1}.$$

Cu ajutorul volumului de umplere se face dimensionarea matrițelor utilizate la confecționarea diverselor piese din **P. M.** Pe baza determinărilor efectuate s-a stabilit că pulberile formate din granule sferice și cu suprafața netedă au un volum de umplere mai mic decît pulberile de formă neregulată. De asemenea, cele care conțin granule de dimensiuni diferite prezintă un volum de umplere mic în comparație cu cele formate din granule de aceleași dimensiuni. **P. M.** se obțin prin diverse procedee de natură mecanică sau fizico-chimică. Unele pulberi de fier folosite pentru feroaliaje, metale dure, așchii de fontă sînt produse prin măcinare în mori vibratoare cu bile. Pentru obținerea unor pulberi fine din oțel, cupru, aluminiu se folosesc morile cu vîrtej. Alte procedee, cum este procedeul RZ, fabrică **P. M.** prin pulverizarea materialului în stare topită. Dintre procedeele fizico-chimice de obținere a **P. M.** fac parte procedeele:

**procedeul Carbonil,** procedeu de obținere a pulberilor metalice cu ajutorul oxidului de carbon. Materia primă sub formă de așchii sau bucăți de dimensiuni reduse este introdusă într-un cuptor tubular prin care circulă un curent de oxid de carbon. În anumite condiții de temperatură și presiune, specifice fiecărui metal, are loc formarea de carbonil volatil care se condensează prezentîndu-se ca un lichid vîscos. Din descompunerea prin volatilizare a acestui lichid se obține pulberea metalică și oxid de carbon care se reutilizează în proces.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeul este asemănător procedeului Monde utilizat în metalurgia nichelului. Pulberea prezintă un grad avansat de puritate și procedeul permite obținerea unor metale sau aliaje în stare pulverulentă ca: Fe, Ni, Co, Cr, Mo, W, Fe—Ni, Ni—Co etc. În cazul producerii pulberii de fier, pentacarbonilul de fier, $Fe(CO)_5$, rezultă la o temperatură de 240°C și la o presiune de 150—200 at. Pulberea de fier se obține din descompunerea pentacarbonilului de fier, la 240°C și la presiune atmosferică. Deoarece mai conține oxigen și carbon se supune unui tratament de recoacere, la 500—600°C, în atmosferă de hidrogen.

**procedeul FREM,** procedeu pentru producerea pulberii de fier prin reducerea oxizilor de fier cu metan și carbon. A fost elaborat și pus la punct în cadrul Institutului Politehnic Cluj-Napoca de către un colectiv condus de prof. ing. A. Domșa. Constă în introducerea gazului metan direct în spațiul de reacție al cuptorului, peste oxizii de fier. Deoarece procesul are loc la temperaturi peste 1 000°C, gazul metan se disociază în carbon și hidrogen. Viteza acestei reacții crește odată cu apariția fierului metalic. O parte din carbonul depus în urma disocierii metanului se combină cu dioxidul de carbon rezultat din procesul de reducere, formînd oxid de carbon care intensifică reacțiile de reducere. Ca materie primă se utilizează arsură de fier. Înainte de introducerea în cuptorul de reducere, materia primă, uscată în prealabil, se macină în mori cu bile la o granulație convenabilă și se amestecă cu 3—5% negru de fum. Acest adaos de negru de fum contribuie la îmbunătățirea reducerii, în special, prin faptul că favorizează o reacție în toată grosimea stratului de material, acționînd pe de o parte ca agent reducător direct, iar pe de altă parte asigurînd regenerarea pe loc a oxidului de carbon; prin consumarea negrului de fum se mărește porozitatea stratului de material din cuptor și ca urmare crește viteza de reducere. Procedeul prezintă avantajul că nu necesită instalații pentru conversia metanului în hidrogen și oxid de carbon.

**procedeul Höganäs** este folosit, în special, pentru producerea pulberii de fier prin reducerea directă a oxizilor de fier cu carbon, în retorte confecționate din material refractar. A fost brevetat de E. Seurin, în 1911, și pus la punct în cadrul societății Höganäs (Suedia). În prezent, peste 50% din producția mondială de pulbere de fier este obținută după acest procedeu. Constă în reducerea minereului bogat în fier (peste 70% Fe), cu praf de cărbune sau cu praf de cocs, încărcat în straturi alternante, în retorte ceramice sau de carborundum. Încărcătura se introduce în retorte în straturi paralele, concentrice sau în rozetă (fig. P. 27). Pentru evitarea aderării fierului redus la pereții retortei, precum și pentru eliminarea sulfului, încărcătura este înconjurată în exterior de un strat format dintr-un amestec de praf de cărbune și dolomită sau calcar. Retortele se așază una lîngă alta pe vagoneți care se introduc într-un cuptor tunel, unde sînt încălzite la 1 150—1 200°C și, apoi, răcite în absența aerului. Gazul care se degajă în timpul reducerii este utilizat pentru încălzirea cuptorului. După reducere se elimină varul și restul de carbon în surplus este utilizat din nou în procesul de reducere. Durata totală a procesului de reducere este de 8—12 zile. În urma reducerii se obține un material care conține peste 95% Fe, 1—2% $O_2$, max. 2% gangă, max. 0,015% S și max. 0,3% C. În continuare buretele de fier este concasat, măcinat și ciuruit după care este supus unei

Scanned with OKEN Scanner

separări magnetice. Urmează apoi, o reducere finală a materialului într-un cuptor cu mufă, în curent de hidrogen. Principalele caracteristici a unor tipuri de pulberi produse de firma Höganäs și destinate fabricării pastei pentru învelișul electrozilor de sudură și pentru producerea

cuptoare cu strat fluidizat. A fost conceput și perfecționat în cadrul societății franceze ONIA, (în prezent, Azote et Produits Chimiques). Gazele necesare reducerii se obțin din conversia catalitică a metanului cu vapori de apă. Ca materie primă se utilizează minereuri cu conținut ridicat

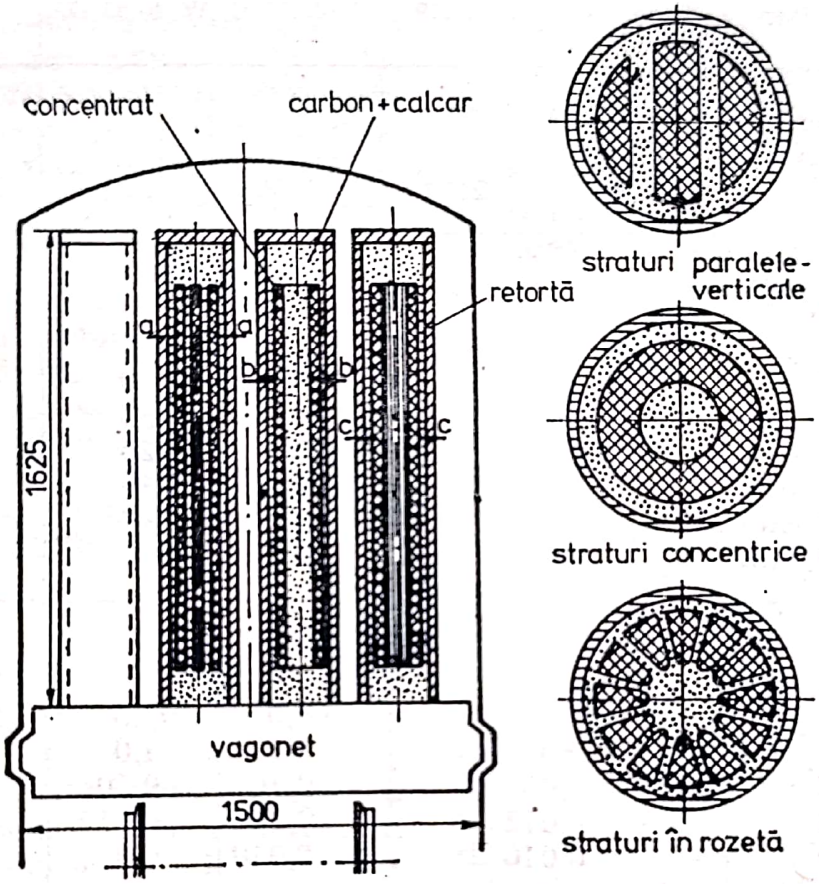



**Fig. P. 27.**

pieselor prin presare și sinterizare se prezintă în tabelul 20. După acest procedeu, în prezent, se obține pulbere de fier, în instalații industriale construite la Höganäs (Suedia), Oxelösund (Suedia), Riverton (S.U.A.) și Milton (Canada). Procedeul permite și obținerea buretelui de fier pentru elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc.

**procedeul Novalfer** produce pulberi de fier prin reducerea oxizilor de fier cu gaze bogate în hidrogen, în

de fier. Minereul de fier este preîncălzit într-un cuptor rotativ, după care este introdus în prima treaptă de reducere de unde, la 700°C, rezultă un material cu cca 75% grad de metalizare. După răcirea completă, acesta este introdus în a doua treaptă de reducere, la cca 580°C, obținîndu-se o pulbere cu un conținut foarte redus de oxigen. În majoritatea cazurilor, după reducere urmează o separare magnetică în cîmp slab, care permite să se ajungă la un conținut de impurități sub 1%. Procedeul

poate produce și burete de fier, sub formă de brichete, pentru elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc.

fontei lichide. A fost conceput și perfecționat în R.F. Germania (denumirea sa reprezintă inițialele societății Roheisen-Zunderverfahren). Opera-

*Tabelul 20*

| Marca pulberii | W 40.24 | W 40.29 | W 40.35 C | W 40.35 OX | W 40.35 COX |
|---|---|---|---|---|---|
| Greutatea volumetrică, g/cm³ | 2,40 | 2,90 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| Analiza granulometrică, %: | | | | | |
| +0,417 mm | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| +0,208 mm | 20 | | 40 | 35 | 35 |
| +0,147 mm | 25 | | 25 | 25 | 25 |
| +0,104 mm | 20 | | 25 | 30 | 30 |
| +0,074 mm | 20 | | 8 | 8 | 8 |
| −0,074 mm | 15 | | 2 | 2 | 2 |
| Analiza chimică, %: | | | | | |
| $Fe_{tot}$ | 98,0 | | 98,0 | 97,5 | 97,5 |
| $O_2$ | 0,5 | | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| C | 0,05 | | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| S | 0,012 | | 0,012 | 0,012 | 0,012 |
| P | 0,010 | | 0,010 | 0,010 | 0,010 |

**procedeul Pyron** este folosit pentru producerea pulberii de fier prin reducerea oxizilor de fier cu hidrogen, la o temperatură de cca 1 000°C. Ca materie primă se utilizează arsura de fier care se macină în mori cu bile și, apoi, se prăjește la o temperatură de 900—950°C, într-un cuptor rotativ. Materia primă introdusă în cuptorul de reducere cu ajutorul unei benzi metalice, circulă în contracurent cu hidrogenul.

**procedeul R. Z.** produce pulbere de fier prin pulverizarea cu aer a

țiile din cadrul acestui procedeu pot fi grupate în două etape: elaborarea și pulverizarea fontei și decarburarea pulberii de fontă. Fonta topită, de obicei, în cuptoare electrice, avînd o temperatură de 1 350—1 400°C se pulverizează cu aer comprimat la 6 at, într-un rezervor cu apă, de unde pulberea se scoate și se usucă la 300°C. Fonta utilizată are următoarea compoziție chimică: 3,2—3,4% C, Si + Mn + P max. 0,1% și max. 0,03% S. În timpul pulverizării, fierul și carbonul se

oxidează parțial, avînd loc un proces de preafinare a fontei, în timpul căruia conținutul de carbon scade cu 0,3%. Oxidul de carbon format umflă și sparge picătura de fontă lichidă, iar oxidul de fier produce o zgură care acoperă parțial sau total granula metalică. Pulberea de fontă astfel obținută este transformată în pulbere de fier, printr-o decarburare la 950—1 000°C într-un spațiu închis, în atmosfera protectoare furnizată de reacția dintre C și $O_2$ din pulberea brută. Prin acest tratament conținutul de carbon scade la cca 0,1%. Pulberea produsă după acest procedeu este formată din granule de formă sferică, cu gol în interior, și greutatea volumetrică de 3 g/cm³. La pulverizare, aerul poate fi înlocuit parțial sau total cu vapori de apă ceea ce conduce la obținerea unei pulberi mai compacte. Procedeul se aplică la fabricarea pulberilor din oțeluri aliate.

**PUNCT DE ROUĂ,** temperatură la care începe condensarea vaporilor de apă dintr-un amestec de gaze. Se determină cu ajutorul camerei de ceață.

**PUNERE ÎN SOLUȚIE,** încălzire a unui aliaj metalic la o temperatură deasupra domeniului de transformare în stare solidă sau corespunzătoare solubilității maxime a unui constituent, menținerea un timp suficient la această temperatură (pentru ca unul sau mai mulți constituenți să treacă în soluție solidă) și, apoi, răcirea cu o viteză suficient de mare pentru a menține constituenții în soluție. Aliajul este într-o stare nestabilă, suprasaturată și este susceptibil la durificare prin îmbătrînire.

**PUTERE CALORICĂ,** cantitate de căldură produsă prin arderea completă a unității de cantitate dintr-un anumit combustibil. Se exprimă în mod frecvent în kcal/kg în kJ/kg pentru combustibili lichizi și solizi, respectiv, în kcal/m³ sau în $kJ/m^3_n$ pentru combustibili gazoși. Se deosebesc două tipuri de **P. C.** *Puterea calorică inferioară* este cantitatea de căldură efectiv utilizabilă prin arderea unității de cantitate de combustibil, adică, cantitatea de căldură produsă prin arderea unității de cantitate de combustibil, din care s-a scăzut căldura de vaporizare a apei conținută de combustibil sau formată în timpul arderii. Aceasta este puterea care interesează în tehnică. *Puterea calorică superioară* reprezintă cantitatea de căldură efectiv produsă prin arderea unității de cantitate dintr-un combustibil, căreia i se adaugă cantitatea de căldură necesară pentru evaporarea apei conținută de combustibil sau formată în timpul arderii.

Scanned with OKEN Scanner

# R

**RAFINARE,** operație de eliminare a impurităților dintr-un metal brut. Se poate realiza termic (prin absorbție, prin licuație sau prin → *topire zonară*) și electrolitic.

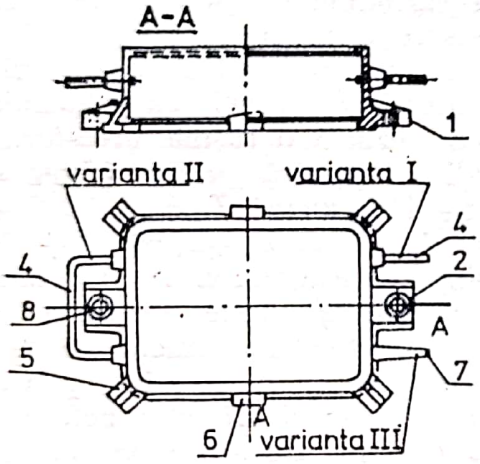
**rafinarea electrolitică** realizează creșterea purității metalului prin electroliza sării sale. Ca anod se folosește metal brut de rafinat iar drept catod o foiță subțire de metal pur.

**rafinarea termică** se realizează, la temperaturi superioare mediului ambiant, în general metalul fiind în stare topită. Se realizează prin generare de reacții, în general, de oxidare sau de reducere și fără reacții (topire, barbotare, decantare etc.). La *rafinarea termică prin oxidare* în baie se introduc elemente sau substanțe cu afinitate mai mare pentru impurități decît metalul de bază ce generează reacții din care rezultă combinații chimice ce trec în zgură. La *rafinarea termică prin reducere* se introduc elemente sau substanțe cu afinitate mai mare pentru elementul combinat (impuritate) cu metalul de bază, eliberîndu-l pe acesta. De ex.: introducînd Cu-P în topitura de cupru, fosforul se combină cu oxigenul existent în $Cu_2O$ dînd naștere la $P_2O_5$ volatil la temperatura cuprului topit. *Rafinarea termică prin absorbție* se realizează introducînd în metalul de rafinat topit un metal sau aliaj nemiscibil în metalul de rafinat în care difuzează impuritățile. Separarea fazelor lichide se realizează după densitate sau pe baza altor proprietăți. *Rafinarea termică prin licuație* se folosește pentru eliminarea impurităților care prezintă temperaturi de topire diferite de a metalului de bază, fără însă a fi solubile în acesta. După topirea metalului principal, impuritățile care prezintă temperaturi de topire mai înalte rămîn în stare solidă, fiind ușor de îndepărtat din masa metalului topit. În cazul cînd prezintă temperaturi de topire mai joase, la răcirea metalului de bază impuritățile se separă de acesta, datorită densității lor diferite.

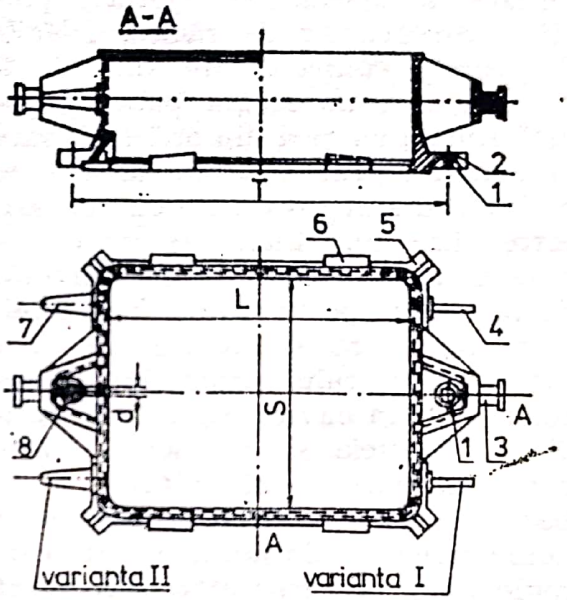
**RAMĂ DE FORMARE,** cadru rigid sau demontabil, de lemn sau metalic, folosit la executarea formelor temporare sau semipermanente (fig. R 1). Se clasifică după diferite criterii în: fixe sau demontabile; de lemn, oțel, fontă sau aliaje ușoare; turnate, sudate, presate sau laminate și presate; dreptunghiulare, patrate, de forme speciale; pentru formare manuală și pentru formare mecanizată; manevrabile manual (30 kg goale și 60 kg pline cu amestec îndesat), manevrabile combinat manual și mecanic (30—60, respectiv, peste 60 kg), manevrabile mecanic ($\geqslant$ 60 kg). Avînd în vedere că forma este cuprinsă, în general, în două **R. de F.,** pentru închiderea ei sînt prevăzute elemente, respectiv, bucșe de ghidare în care se introduc tije de centrare. Pentru transport și manevrare ramele sînt prevăzute cu butoane sau mînere. Pentru extragerea modelului din formă, odată cu rama, la formarea mecanizată, se prevăd cepuri de ridicare. Pentru

mărirea rigidității și durabilității formei ramele se prevăd cu nervuri de rigidizare. Cînd ramele au suprafață liberă (numită *lumină*) mare (400 × × 400 mm) există pericol de cădere a amestecului sub greutatea proprie și de aceea se prevăd traverse interioare. În cazul formelor mari pe suprafața laterală se prevăd găuri pentru evacuarea gazelor.

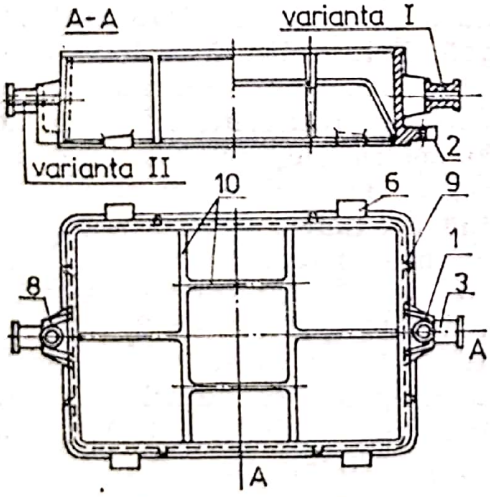
**RĂCIREA FURNALULUI,** operație care constă în răcirea continuă și energică cu apă a zidăriei furnalului. Se realizează prin stropirea exterioară a armăturii furnalului sau cu ajutorul unor elemente speciale, pene sau plăci de răcire, care au forme diferite, în funcție de zonele răcite. Această operație este una din principalele condiții de care depinde



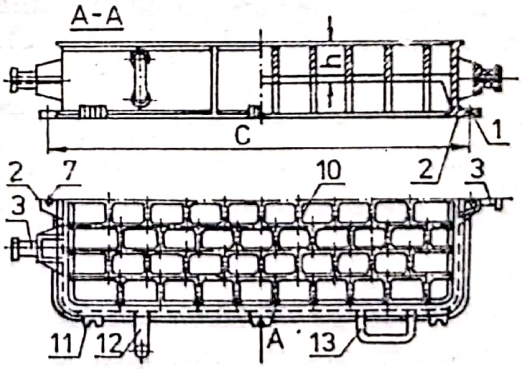

ramă de formare manevrabilă manual




ramă de formare manevrabilă combinat (manual și mecanizat)




ramă de formare de mărime medie manevrabilă mecanizat




ramă de formare, mare, manevrabilă mecanizat

**Fig. R. 1.**

funcționarea furnalului. Sistarea **R. F.** pentru un timp oricît de scurt poate provoca avarierea lui rapidă și gravă, avînd ca urmări, chiar scoaterea completă din funcțiune a acestuia. Alimentarea furnalului cu apă de răcire trebuie să fie asigurată chiar în cazul unor eventuale deficiențe în alimentarea electrică a pompelor sau în rețeaua conductelor de apă. La furnalele moderne răcirea se face, în special, cu ajutorul plăcilor sau penelor de răcire. *Plăcile de răcire*, confecționate din fontă turnată sînt de formă paralelipipedică simplă cu țevi din oțel înglobate la turnare, prin care circulă apă de răcire, sau sînt prevăzute cu nervuri, între care sînt înglobate prin turnare cărămizi refractare din șamotă. Se montează pe armătura furnalului, între armătură și zidărie, în zona vetrei, creuzetului, etalajului, pîntecelui, la baza cuvei pe inelul de sprijin al acesteia și, în cazuri foarte rare, în zona cuvei. Plăcile de la baza cuvei au o formă specială și se confecționează din fontă turnată care înglobează la turnare, o serpentină de țevi de răcire. Ele se montează în interiorul zidăriei și nu sînt demontabile. *Penele de răcire* utilizate pentru răcirea zidăriei cuvei sînt de diferite tipuri: pene plate de forma unor cutii cu șicane, pene cu serpentine și pene de tip consolă (fig. R. 2).

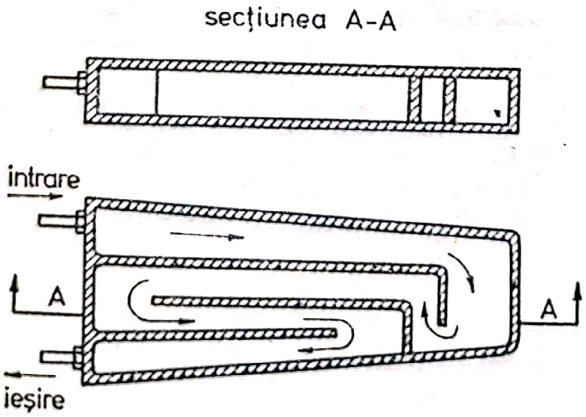



**Fig. R. 2.**

Se confecționează, de obicei, din fontă cu țevi, șicane sau serpentine din țeavă, înglobate la turnare. Penele tip consolă se confecționează uneori și din bronz turnat cu perete despărțitor.

**RĂȘINĂ SINTETICĂ,** substanță macromoleculară obținută pe cale artificială prin policondensarea unor substanțe organice și ale cărei proprietăți fizice se aseamănă cu ale rășinilor naturale. În turnătorie, ca → *liant* la obținerea amestecurilor de formare se utilizează:

**rășină carbamidică,** produs de policondensare a ureei, melaminei și a amestecurilor cu formaldehidă. Prin policondensarea ureei cu aldehida formică rezultă o rășină ureo-formaldehidică numită *urelit* ($\rho_{20°C}$ = = 1,26—1,28 g/cm³, $\eta_{20°C}$ = 2000 — —4000 cP, *p*H = 7,5±0,5%, 65±2% substanță uscată, max. 1% aldehidă formică liberă). Este utilizată ca liant (1,5—1,8%) la formele sau miezurile întărite în cutii calde, pentru turnarea fontei și aliajelor neferoase (nu a oțelului deoarece azotul din uree poate provoca apariția sufluri-lor). Prin policondensarea melaminei cu aldehidă formică se obține *rășină melamino-formaldehidică* cu rezistență termică ridicată și mare stabilitate la apă. Este utilizată ca liant la executarea miezurilor de turnătorie, dînd amestecuri rezistente (50—55 daN/cm²), nefriabile; produc însă miros neplăcut la uscare și turnare.

**rășină epoxidică,** produs macromolecular utilizat ca liant în amestecurile de formare. În țara noastră se fabrică marca 040 (STAS 8512/1—70). În tabelul 21 sînt prezentate caracteristicile mecanice (orientative) ale **r. e.**

**rășină fenolformaldehidică,** produs macromolecular obținut prin condensarea fenolilor în amestec cu formaldehide, în prezență de catalizatori acizi sau bazici. În funcție de capacitatea de reacție a fenolului, de ra-

portul molar dintre fenol și aldehida formică și de catalizatorul folosit, pot fi: rășini termoplastice și rășini termoreactive. Pentru a le conferi calități de → *liant* aceste rășini se amestecă și cu hexametilentetramină.

și se dizolvă în solvenți organici cunoscută sub numele de rezol sau bachelită. Aceasta la încălzire polimerizează tridimensional și ca urmare, trece din stare lichidă în stare solidă. (Pe acest ultim fapt se ba-

*Tabelul 21*

| Proprietatea | | Valoare |
|---|---|---|
| Rezistența la forfecare daN/cm² (kgf/cm²) | După întărire 24 h la 20° C și 2 h la 80° C | 150—200 |
| | După întărire 48 h la 20° C | 130—170 |
| Rezistența la îndoire, daN/cm² | | 1000—1020 |
| Rezistența la compresiune, daN/cm² | | 1420 |
| Duritatea Brinell *HB* | | 15 |

*Rășina termoplastică* este o rășină obținută prin condensarea amestecului de fenol în exces cu aldehidă formică în prezența unui catalizator acid. În țara noastră se fabrică sub formă de granule măcinate de culoare galben-brună (punct de picurare, 114°C) sau în soluție alcoolică (66—70% substanță solidă) ca lichid vîscos de culoare gălbuie $\rho_{25°C}$ = = min. 1,1 g/cm³ cu viscozitate (la 25°C) 20—23 P. Se utilizează în proporție de 8%, cu adaos de 0,8% hexametilentetramină pentru obținerea amestecurilor în vederea executării formelor și miezurilor-coji în cutii calde. Sin. *novolac*. *Rășina termoreactivă* este o rășină rezultată prin condensarea fenolilor cu aldehidă formică în exces, în prezența unui catalizator bazic. În urma reacției rezultă produse macromoleculare, polimeri bidimensionali ce se topesc

zează utilizarea lor, în special, ca liant în turnătorii.) Este produs solid cu temperatura de topire 80—90°C, solubil în solvenți organici; la 100°C polimerizează în 1—2 min. Amestecurile de formare cu rășină termoreactivă au $\sigma_r$ = 5 daN/cm²/1% liant și se folosesc la executarea formelor-coji. Sin. *lac de bachelită*.

**rășină furanică,** grup de lianți organici sintetici derivați din grupa → furanului. În turnătorii sînt folosiți, în special, → *furfurolul* și → *alcoolul furfurilic*.

**rășină modificată,** rășină ureo- sau fenolformaldehidică cu proprietăți de liant îmbunătățite prin diferite adaosuri (substanțe zaharoase, alcool furfurilic, fenol, alcool furfurilic + uree). Rășinile ureo-formaldehidice modificate asigură rezistențe superioare amestecurilor de formare și

stabilitatea formei înainte și în timpul turnării; la un conținut mare de azot se produc sufluri în piesele turnate. Rășinile fenolformaldehidice modificate cu alcool furfurilic au viscozitate redusă și degajă cantitate mică de gaze; cele modificate cu 6% sirop de glucoză sînt utilizate la executarea amestecurilor de formare pentru miezurile supuse la solicitări mecanice și termice mari la turnare.

**rășină poliesterică,** soluție de maleină poliesterică în stiren. Prin adăugare de peroxizi organici se întărește, la cald, în cîteva minute sau, la rece, în 0,5—4 h. Pentru întărire mai rapidă, la rece, se adaugă 2—5% dibutilftalat sau alți activatori. Caracteristici: densitate 1,12—1,26 kg/dm³; rezistența de rupere la tracțiune $\sigma_r$ = 100—600 daN/cm²; duritate *HB* 16—20 daN/mm²; contracția 5,1—8,8%. **r. p.** se utilizează în mod avantajos la executarea modelelor laminate.

**RĂU, ALEXANDRU** (n. 14 mart. 1900, București), inginer metalurg român. Absolvent al facultății de electromecanică a Școlii Politehnice din Timișoara și al facultății de metalurgie a Școlii Politehnice din Aachen (R. F. Germania). Profesor universitar la Institutul politehnic din București. Contribuții la dezvoltarea siderurgiei românești. A introdus fabricarea feromanganului electrotermic din minereu de Iacobeni (1941), a participat la punerea în funcțiune a oțelăriei Siemens-Martin și a laminorului de 800 mm de la Hunedoara (1941). Contribuții la fabricarea fontei maleabile cu miez negru în țara noastră (1945) și la elaborarea unor mărci de oțeluri de calitate (inoxidabile și rapide). Bogată activitate didactică.

**Op. pr.:** *Elaborarea oțelurilor* (1959), *Elaborarea oțelurilor de scule* (1964, în colaborare), *Elaborarea oțelului în cuptoare electrice cu arc* (1967, în colaborare) și *Metalurgia oțelului* (1973).

**REACTIV METALOGRAFIC,** soluție formată dintr-o substanță sau dintr-un amestec de substanțe cu care se pun în evidență, pe proba metalografică special pregătită, macro- sau microscopic, constituenți, faze, defecte etc. Cu **R. M.** se realizează o dizolvare diferențiată a părților constitutive ale materialului metalic, la suprafața probei apărînd un relief vizibil la microscop. **R. M.** se folosesc atît în cazul analizei macroscopice cît și al analizei microscopice, în diferite condiții de atac. Compoziția acestora diferă în funcție de elementul structural de pus în evidență; unele compoziții poartă numele descoperitorului lor, ca de ex.: Kalling, Fry, Stead, Oberhoffer, Heyn, Wilella, Adler, Murakami ș.a. În cazul oțelurilor ca reactiv de atac se folosește, frecvent, nitalul 2% sau 10% (soluție 2, respectiv, 10% $HNO_3$ în alcool etilic) cu care se pun în evidență constituenți de echilibru. În cazul aliajelor neferoase mai des sînt folosite soluția de clorură cuproamoniacală (soluție obținută prin dizolvarea a 8 g $CuCl_2$ în 100 ml apă, la care se adaugă amoniac), cu care se pune în evidență macro- și microstructura cuprului, bronzurilor cu staniu și alamelor, soluția de persulfat de amoniu (11 g $(NH_4)_2\ S_2O_7$) și 100 ml $H_2O$), cu care se pune în evidență microstructura cuprului, bronzului cu aluminiu, alamei $\alpha$ și soluția de clorură ferică (5 g $FeCl_3$, 30 ml HCl și 100 ml $H_2O$), cu care se pune în evidență microstructura bronzurilor cu staniu $\alpha$ și $\alpha + \delta$, a bronzurilor cu aluminiu, a alamelor $\alpha + \beta$ și a aliajelor monel. Operația de lustruire și atac a probei metalografice se poate realiza și prin electroliză, utilizînd reactivi și condiții diferite.

Scanned with OKEN Scanner

**READ, THOMAS ALBERT** (n. 21 oct. 1913, New Jersey), fizician american. Profesor de metalurgie la Universitatea din Illinois. Cercetări în domeniul transformărilor de faze în cristale. A studiat frecarea internă în metale. În 1955 a calculat limitele dintre grăunții cristalini ai materialelor metalice.

**REAUMUR, RENÉ ANTOINE FERCHAULT DE** ~ (n. 28 febr. 1683, la Rochelle, Charente-Maritime — m. 18 oct. 1757, La Bermondière, Maine), naturalist și fizician francez. Membru al Academiei Franceze de Științe. Contribuții în diverse domenii ale științei: fizică, chimie, metalografie, zoologie. Cercetări experimentale asupra maleabilității metalelor. Studii comparative asupra proprietăților fierului și oțelului; a stabilit criterii pentru studierea compoziției și structurii fontelor și oțelului. A inventat o mașină cu pîrghii pentru încercarea proprietăților mecanice ale materialelor. A perfecționat procesul de elaborare a oțelului și a publicat (1722) primele studii asupra cementării. Inventator al termometrului cu alcool; a elaborat (1730) o scară de temperatură (*scara Reaumur*). **Op. pr.:** *L'art de convertir le fer forge en acier* (1722).

**REBUT,** piesă sau semifabricat cu defecte neadmisibile chiar în stare remaniată.

**RECOACERE,** tratament termic aplicat metalelor și aliajelor (în special, oțelurilor și fontelor) constînd din încălzire la temperatură determinată, menținere la această temperatură și apoi, răcire, de obicei, înceată. Prin **R.** se realizează procese de revenire, de recristalizare și de omogenizare. Se aplică lingourilor, laminatelor, pieselor turnate și deformate plastic și semifabricatelor, pentru scăderea durității, care permite creșterea prelucrabilității (prin deformare la rece, prin așchiere etc.), pentru îmbunătățirea structurii în vederea creșterii caracteristicilor, pentru îndepărtarea tensiunilor interne. Se clasifică după diferite criterii în: completă, incompletă, la alb, la grăunte mare, de omogenizare, de globulizare (înmuiere), de recristalizare, de detensionare, de restaurare, de grafitizare. **recoacerea completă** poate fi obișnuită sau izotermă și se aplică, în special, oțelurilor carbon hipoeutectice și se realizează prin menținere peste punctul critic superior $Ac_3$ (cu 30—50°C) cu viteză înceată (100° C/h), pentru transformarea completă a structurii ferito-perlitice în austenită și, apoi, răcirea înceată pînă la 500—600°C, odată cu cuptorul (10—20° C/h), pentru formarea perlitei și feritei și după aceea mai rapidă, chiar în aer. Structura cu grăunți mari, cu caracter Wiedmannstäten sau cu grăunți orientați pe direcția de deformare plastică se transformă în structuri cu grăunți mici, modificînd mai mult sau mai puțin favorabil proprietățile. Se mai aplică aliajelor pentru îndepărtarea durificărilor determinate de ecruisare sau tratament termic anterior, în vederea creșterii plasticității, prin încălzire. La **r. c.** se supun piesele și semifabricatele obținute prin deformare plastică (laminate, forjate, extrudate etc.) sau prin turnare. *Recoacerea completă izotermă* se realizează prin încălzire pînă la descompunerea completă a austenitei în perlită și răcire relativ rapidă, în aer. Durează mai puțin ca *recoacerea completă obișnuită*, mai ales în cazul oțelurilor înalt aliate. Se mai aplică aliajelor de titan.

**recoacerea de detensionare** constă din încălzire pînă la temperatură, în general, inferioară domeniului de transformare, menținere la această temperatură, urmată, de obicei, de răcire lentă (în cuptor) pînă la 150—

Scanned with OKEN Scanner

200°C și, apoi, în aer liniștit. Se aplică pentru îndepărtarea tensiunilor care apar la prelucrare (turnare, călire, deformare la rece, prelucrare mecanică, sudare). Fontele se încălzesc pentru detensionare între 500—650°C, în general, timp de 1 h la 25 mm secțiune de piesă.

**recoacerea de globulizare (de înmuiere)** se aplică oțelurilor de scule pentru a transforma cementita secundară în rețea, lamelară sau aciculară în cementită globulară, realizîndu-se astfel duritate mai mică, rezilienţă mai mare, prelucrabilitate și structură de călire mai bună decît la prezența perlitei lamelare. Se realizează prin repetarea unui regim termic (încălzire la temperatură peste $Ac_1$, menținerea la această temperatură și răcire la $Ar_1$ sau puțin mai jos) de 2—3 ori.

**recoacerea de omogenizare** se aplică aliajelor cu interval mare de solidificare, deci cu tendință de segregare (oțeluri aliate, înalt aliate cu segregații de carburi, hipercementate, deformate, bronzuri, unele aliaje de aluminiu și de titan), pentru înlăturarea segregațiilor, respectiv, omogenizarea compoziției chimice și a proprietăților pe diferite direcții. Se realizează prin încălzire la temperatură apropiată de linia solidus, menținere îndelungată la această temperatură și răcire înceată.

**recoacerea de recristalizare** se aplică oțelurilor și unor aliaje neferoase pentru restabilirea plasticității după deformare la rece și are importanță deosebită la matrițarea sau ambutisarea adîncă. Se realizează prin încălzire la temperatura critică de recristalizare stabilită funcție de compoziție și gradul de deformare (la oțeluri carbon, temperatura nu este mai joasă de 600°C), menținere la această temperatură și răcire lentă.

**recoacerea incompletă** se aplică oțelurilor și se realizează prin încălzire între punctele critice inferior ($Ac_1$) și superior ($Ac_3$) urmată de răcire înceată. Se aplică oțelurilor hipoeutectoide în cazul cînd au grăunți nu prea mari și fără caracter Wiedmannstätten și cînd nu este necesar să se schimbe poziția feritei, rezultînd numai recristalizarea perlitei, ferita rămînînd neschimbată. Se aplică, de asemenea, oțelurilor hipereutectoide. Dacă cementita secundară nu se prezintă sub formă de rețea recoacerea incompletă simplă prezentată se aplică oțelurilor hipereutectoide (de scule) turnate sau prelucrate la cald, pentru micșorarea grăunților de perlită, prin recristalizare, cementita rămînînd neschimbată. Dacă cementita se prezintă sub formă de rețea în jurul grăunților de perlită se aplică recoacerea incompletă, dublă: încălzire peste $Ac_{cem}$ pentru dizolvarea rețelei de cementită și răcirea în aer urmată de o nouă încălzire peste $Ac_1$ cu răcire, apoi, lentă; se obține astfel cementită lamelară, cu îmbunătățirea unor proprietăți.

**recoacerea la alb** se realizează în cuptoare cu atmosferă de protecție sau cu vacuum, obținînd suprafața pieselor cu aspect luminos datorită reducerii la minimum a oxidării.

**recoacerea la grăunte mare** se aplică oțelurilor pentru creșterea prelucrabilității și se realizează prin încălzire mult peste punctul critic superior ($Ac_3$), răcire foarte lentă în intervalul critic ($Ac_3—Ac_1$) (sau chiar cu menținere la $Ac_1$) și cu orice viteză sub acest interval.

**RECRISTALIZARE,** proces de formare și creștere (sau numai de creștere) a unor grăunți cristalini ai aceleiași faze dintr-un material policristalin pe seama altora. Decurge cu viteză ce crește exponențial cu ridicarea temperaturii, mai ales, la materialele deformate plastic și are loc în trei etape: primară, colectoare

Scanned with OKEN Scanner

și secundară. În etapa primară se formează germeni (noi cristale) echiacși fără deformații, care cresc etapa terminîndu-se cînd cristalele deformate dispar în întregime. În această etapă, structura se caracterizează prin diferite mărimi de grăunți. În etapa următoare are loc creșterea în continuare a unor cristale pe seama altora, iar în ultima etapă numai a unor cristale care mai au încă capacitate de creștere. Prin **R.** se înlătură deformația cristalelor, se schimbă mărimea lor și se poate modifica și orientarea cristalografică (textura). Legat de acestea se modifică și proprietățile materialului; adesea se restabilește structura inițială, textura și proprietățile dinainte de deformare. Procesul se folosește larg în tehnologiile de prelucrare a metalelor și aliajelor pentru dirijarea în sens dorit a formei și mărimii grăunților, a texturii și a proprietăților lor.

**RECUPERATOR DE CĂLDURĂ,** instalație cu funcționare continuă cu ajutorul căreia se reintroduce într-un cuptor o parte din căldura pierdută cu gazele arse evacuate. Recuperarea căldurii se realizează prin transmiterea căldurii de la fluidul cald, la fluidul rece care se preîncălzește și care urmează să fie introdus în cuptor. Schimbul de căldură are loc prin intermediul unui perete despărțitor care reprezintă suprafața de schimb de căldură. De obicei, căldura gazelor arse este preluată de aerul de combustie sau chiar de combustibilul gazos folosit. La preîncălzirea unor combustibili (gaz metan, gaz de cocserie etc.) se are în vedere temperatura de disociere a acestora. Prin preîncălzirea aerului sau a combustibilului gazos se obține economie de combustibil și temperaturi de ardere mai înalte. După materialul din care se construiește peretele despărțitor se disting recuperatoare metalice și recuperatoare ceramice. La *recuperatoarele metalice* se folosesc fonte sau oțeluri refractare și se realizează o preîncălzire pînă la 700—800°C. Pentru temperaturi mai înalte se utilizează *recuperatoarele ceramice*. În fig. R. 3 se prezintă un **R. de C.** cu reglarea automată a temperaturii.

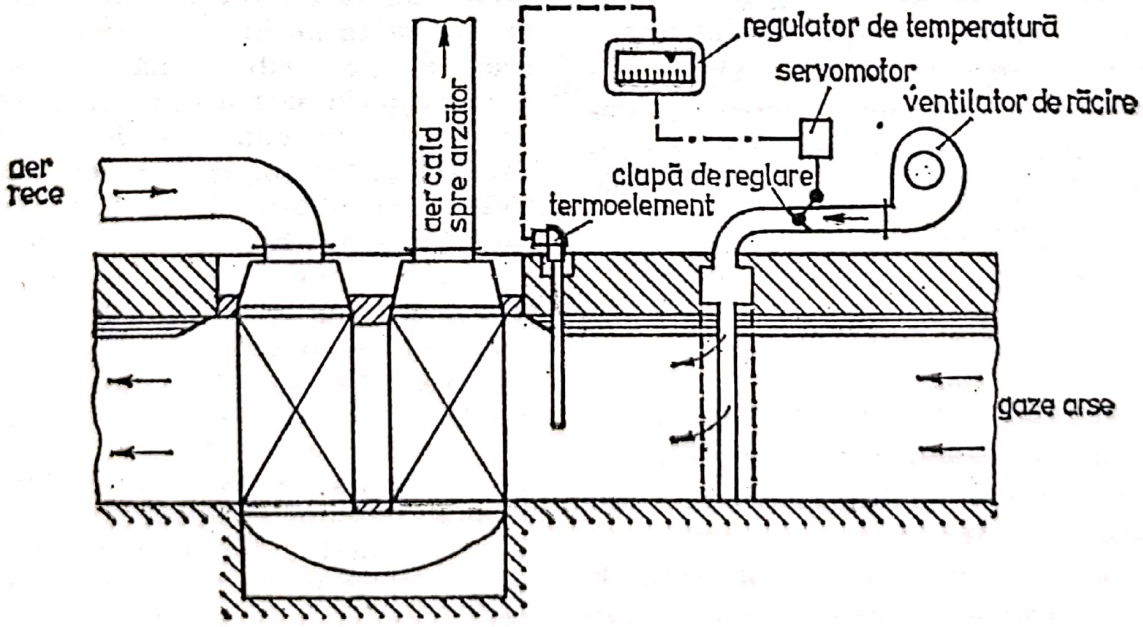



**Fig. R. 3.**

**REDUCEREA DIRECTĂ A MINEREURILOR DE FIER,** oricare dintre procedeele de reducere a minereurilor de fier care diferă de cel obișnuit aplicat la furnal, pentru extragerea fierului din minereu. A fost cunoscută încă din antichitate constituind principala metodă pentru obținerea fierului din minereuri. Majoritatea obiectelor din fier, inclusiv armele de luptă, realizate pînă în evul mediu erau obținute folosind buretele de fier produs în cuptoare rudimentare verticale sau în cuptoare cu vatră catalană sau vatră corsicană. Din procedeele de reducere directă rezultă: burete de fier, lupe, fontă, oțel și feroaliaje. Principalul avantaj oferit de aceste procedee constă în faptul că pentru reducere nu necesită cocs metalurgic, combustibil deficitar și scump; acestea folosesc ca agent reducător combustibili mai ieftini: lignit, semicocs, hidrocarburi gazoase naturale, combustibili lichizi sau subproduse rezultate din industria chimică sau metalurgică (gaze reziduale de la fabricarea acetilenei, gaz de cocserie etc.). Evaluarea reacției de reducere se apreciază după gradul de reducere și viteza de reducere. *Gradul de reducere, R,* reprezintă raportul dintre cantitatea procentuală de oxigen eliminat ($O_e$) dintr-un minereu în timpul unui proces de reducere și conținutul de oxigen inițial ($O_i$) din acest minereu:

$$R = \frac{O_e}{O_i} \cdot 100, \ \%.$$

*Viteza de reducere,* $V_R$, în cazul oxizilor metalici și, în special, în cazul oxizilor de fier, reprezintă gradul de reducere realizat într-o unitate de timp (secundă, minut, oră). Se calculează pe baza raportului dintre gradul de reducere, $R$, obținut și timpul de reacție, $t$,

$$V_R = \frac{R}{t}, \ \%/\text{min}.$$

Procedeele de reducere directă se pot realiza la temperaturi joase de 500—1100° C (procedeele: Armco, Elkem, Esso-Fior, HIB, HyL, Krupp, Midrex, Purofer, SL/RN, Wiberg) și au ca rezultat burete de fier, și la temperaturi înalte, peste 1400°C (procedeele Basset și Stürzelberg), produsul rezultat prezentîndu-se în stare lichidă (fontă sau oțel). Excepție face procedeul Krupp-Renn care se desfășoară la temperaturi de 1250—1300°C.

**procedeul Armco** se aplică pentru producerea buretelui de fier în cuptor cu cuvă, folosind în procesul de reducere gaze obținute din conversia metanului cu vapori de apă. Procedeul a fost pus la punct în cadrul societății nord-americane Armco Steel Corporation din Midletown care l-a aplicat industrial în cadrul uzinei sale din Houston. Gazul reducător cu un conținut de cca 68% $H_2$ și 20% CO se introduce pe la partea inferioară a cuptorului de reducere și circulă în contra curent cu minereul de fier sub formă de pelete, încărcat pe la partea superioară. După trecerea prin cuptorul de reducere agentul reducător este evacuat, desprăfuit și folosit drept combustibil la încălzirea reactorului pentru conversia metanului cu vapori de apă sau la consumator, în exterior. La bază, cuptorul de reducere este prevăzut cu o zonă pentru răcirea buretelui de fier cu gaz uzat (rezultat în urma reducerii oxizilor de fier). **procedeul Basset** de obținere a fontei lichide în cuptor rotativ, asemănător cuptoarelor din industria cimentului, folosește în procesul de reducere combustibili solizi ieftini (cărbune, praf de cocs etc.). Amestecul

de materii prime, combustibili și fondanți se introduce pe la capătul superior, iar fonta și zgura sînt evacuate pe la partea inferioară a cuptorului, unde se află un arzător de gaz, păcură sau cărbune. Pe baza acestui procedeu s-a construit (1938) o instalație industrială în Danemarca, care a funcționat numai cîțiva ani deoarece necesita un consum ridicat de combustibil.

**procedeul Elkem** pentru reducerea directă a minereurilor de fier în cuptor rotativ cu ajutorul combustibililor solizi (cărbune brun, antracit, cocs mărunt etc.), poartă denumirea societății Elkem-Spigerverket A/S din Oslo, în cadrul căreia a fost conceput. Schema tehnologică a procedeului este redată în fig. R. 4. Minereul de fier sub formă de bulgări sau pelete în amestec cu combustibilul și cu agentul de desulfurare (piatra de var) se introduc în cuptor pe la partea superioară a acestuia. Materialul obținut este evacuat în stare fierbinte în recipienți, căptușiți cu cărămidă refractară, cu ajutorul cărora se încarcă în furnale electrice pentru elaborarea fontei. În anumite cazuri, combustibilul se introduce în cuptor, printr-un orificiu practicat la o distanță de 1/3 din lungimea cuptorului față de capătul de evacuare, folosind în acest scop un dispozitiv special. Cuptorul este prevăzut cu un arzător central de gaz (gaz metan, gaz de furnal) sau păcură. Procedeul se aplică industrial la Scoplje (R.S.F. Iugoslavia), instalația fiind alcătuită din cinci cuptoare rotative.

**procedeul Esso-Fior** se folosește pentru reducerea directă a minereurilor de fier în strat fluidizat cu ajutorul unui gaz avînd un conținut ridicat de hidrogen și o temperatură de peste 550°C. A fost conceput și pus la punct în cadrul societății Esso Research and Engineering Co (S.U.A.). Ca agent reducător se utilizează atît gaz proaspăt, obținut din conversia metanului cu vapori de apă cît și o parte din gazul care deja a fost utilizat la reducere. În acest scop după evacuarea din reactorul în strat fluidizat gazul este desprăfuit, răcit și purificat de $CO_2$. Produsul obținut în stare pulverulentă se brichetează. Procedeul s-a extins la scara industrială; la Matanzas (Venezuela), s-a construit o instalație de reducere directă cu o capacitate de cca 400 000 t burete de fier/an.

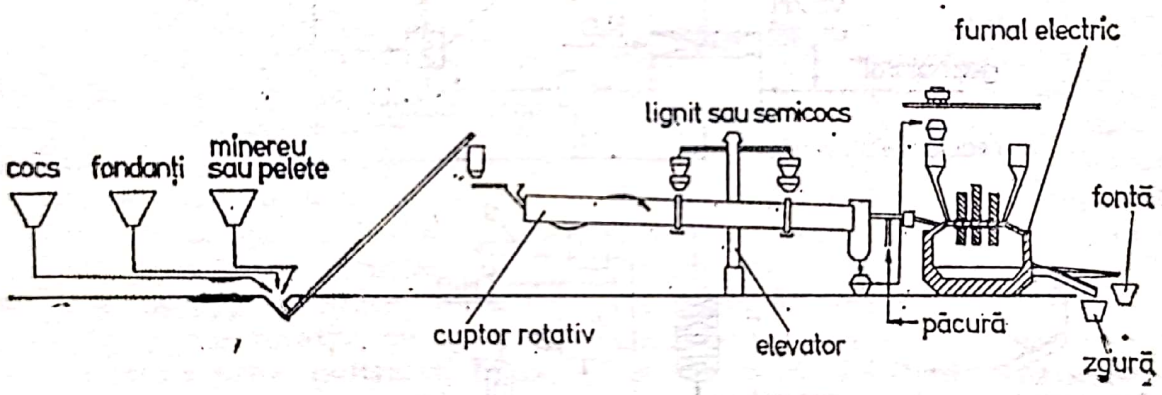
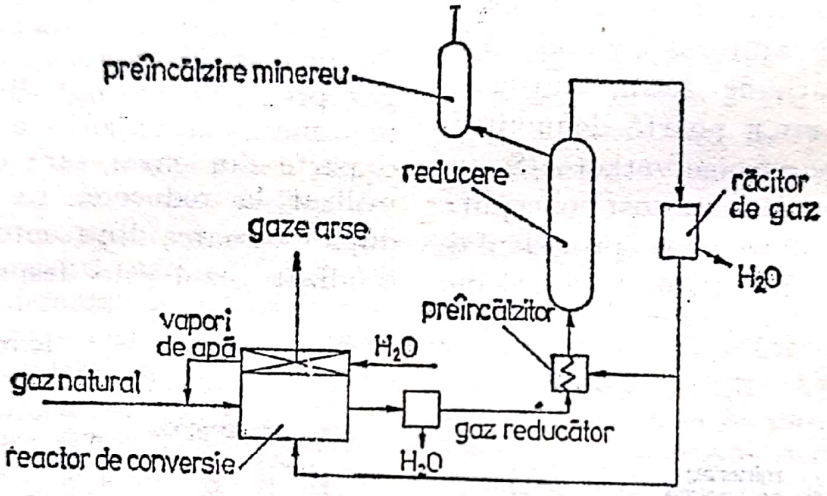



Fig. R. 4.

**procedeul HIB (High Iron Briquette)** pentru reducerea directă a minereurilor de fier în strat fluidizat a fost pus la punct în cadrul societății americane United States Steel. În fig. R. 5 este reprezentată schema de principiu a procedeului. Reducerea

are loc la o temperatură de 600—700°C cu gaze rezultate din conversia metanului cu vapori de apă. Pulberea de fier obținută este brichetată cu ajutorul unor prese cu valțuri. Gazul rezultat din procesul de reducere este epurat și utilizat drept combustibil la preîncălzirea minereului de fier, a gazului reducător și a instalației de conversie. Ca materie primă se utilizează, în special, minereuri de fier concentrate sub formă pulverulentă. Procedeul se aplică industrial la Puerto Ordaz (Venezuela) pentru producerea buretelui de fier. **procedeul HyL** se folosește pentru producerea buretelui de fier în retorte, cu ajutorul gazelor bogate în hidrogen (74% $H_2$) obținute din conversia metanului cu vapori de apă. Numele său reprezintă inițialele societății mexicane Hojolata y Lamina în cadrul căreia a fost pus la punct. A fost aplicat pentru prima dată la Monterrey. Reactoarele în care se face reducerea (fig. R. 6) de

Fig. R. 5.



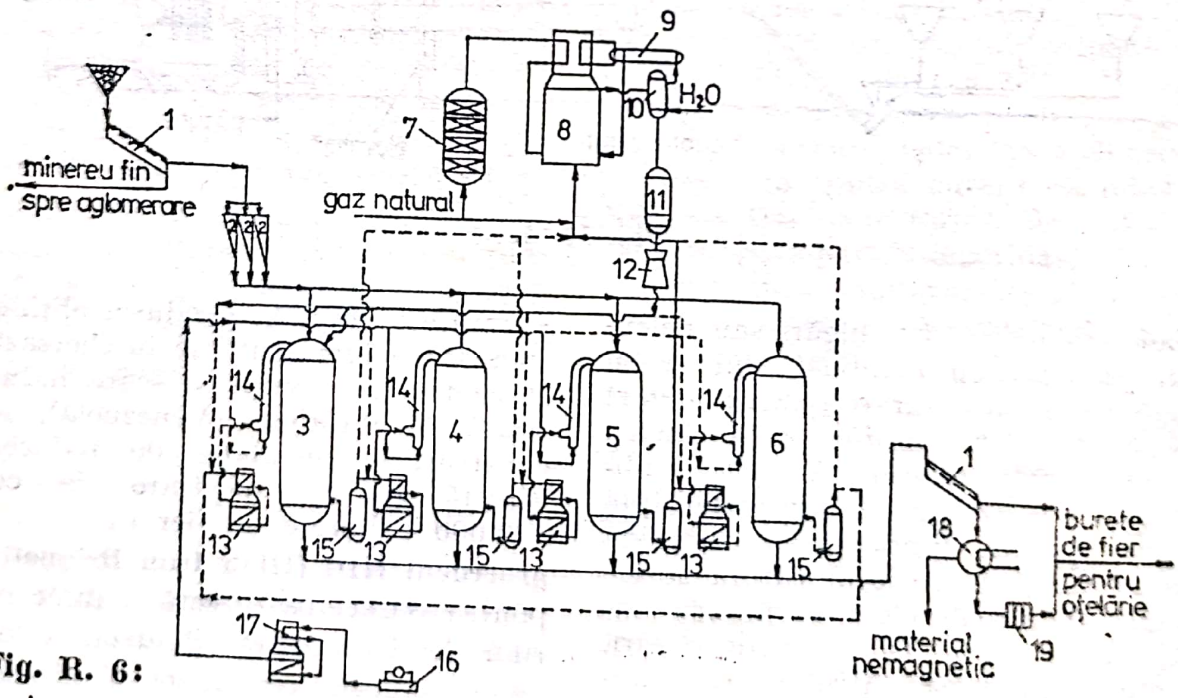




Fig. R. 6:

*1* — ciur; *2* — siloz pentru minereu; *3* — retortă în fază de răcire; *4* — retortă în fază de reducere finală; *5* — retortă în fază de reducere inițială; *6* — descărcare și încărcare; *7* — desulfurator; *8* — reactor de conversie; *9* — cazan de abur; *10* — schimbător de căldură cu apă; *11* — schimbător de căldură cu aer; *12* — răcitor; *13*, *17* — preîncălzitor de gaz; *14* — supraîncălzitor; *15* — răcitor de gaz; *16* — compresor pentru aer; *18* — separator magnetic; *19* — brichetare.

forma unor retorte cilindrice, se umplu cu minereu sub formă de bulgări sau pelete, prin care circulă gaz reducător preîncălzit la o temperatură de 1050°C, în curent descendent. Procesul de reducere are loc în patru etape: răcire, reducere primară, reducere secundară, descărcare și încărcare. Gazul reducător proaspăt venit de la instalația de conversie este răcit și trecut, mai întîi, peste buretele de fier fierbinte pentru a-l răci, pentru ca apoi, preîncălzit să fie pus în contact cu minereul de fier aflat în faza finală de reducere. După o răcire pentru eliminarea vaporilor de apă formați în cursul reacțiilor de reducere și după o nouă preîncălzire, gazul este introdus din nou în retorta care conține minereu proaspăt pentru preîncălzire și reducere parțială. În final, gazul evacuat din procesul de reducere se utilizează la încălzirea reactorului de conversie. Din 1957 procedeul se aplică la scară industrială în Mexic și Brazilia. Instalații în construcție sau în fază de punere în funcțiune se găsesc în Iran, Mexic, Indonezia și Venezuela.

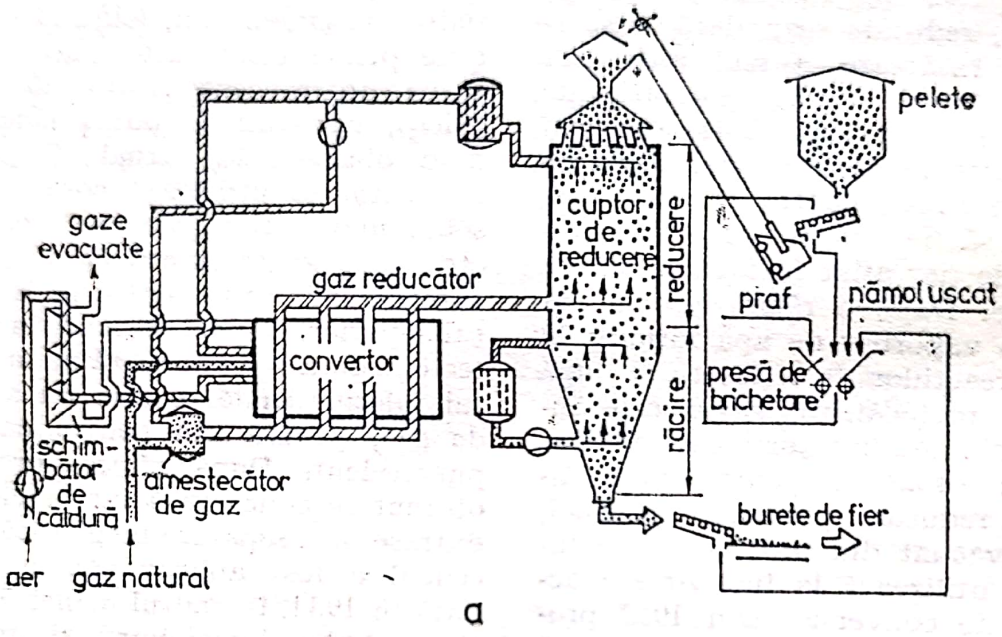
**procedeul Krupp** produce buretele de fier în cuptor rotativ, cu ajutorul combustibililor solizi (antracit, huilă, semicocs etc.). A fost pus la punct în cadrul societății Friederich Krupp din R. F. Germania. Principial, este asemănător procedeului SL/RN. Minereul sub formă de bulgări sau pelete se introduce, împreună cu combustibilul și cu un agent de desulfurare (var), pe la partea superioară a cuptorului. Buretele de fier obținut este evacuat pe la partea inferioară, răcit și separat de materialele nemetalice. La capătul de evacuare cuptorul este prevăzut cu un arzător central de gaz, păcură sau praf de cărbune. Reglajul temperaturii în interiorul cuptorului se face introducînd aer cu ajutorul unor duze amplasate pe toată lungimea acestuia. O instalație industrială care folosește acest procedeu se află în funcțiune la Benoni (Africa de Sud).

**procedeul Krupp-Renn** se folosește pentru obținerea lupelor în cuptor rotativ, asemănător cuptoarelor din industria cimentului, folosind ca materie primă minereuri sărace în fier și cu un procent ridicat de silice ($SiO_2$), care nu se pot prelucra în mod obișnuit în furnal. Ca agent reducător se utilizează combustibilii solizi mai ieftini (cărbune, semicocs etc.) care se amestecă cu minereul, introducîndu-se în cuptor pe la capătul superior. Lupele obținute în amestec cu zgura se evacuează pe la capătul inferior unde se află un arzător de gaz, păcură sau pentru cărbune pulverulent. După răcire, produsul obținut se concasează iar lupele sînt extrase prin separare magnetică. Procedeul a fost aplicat pentru prima dată în 1931, în cadrul uzinei Krupp-Gruson din Magdeburg și apoi, a fost extins și în alte țări. Datorită consumului ridicat de energie termică, în prezent, majoritatea instalațiilor sînt oprite.

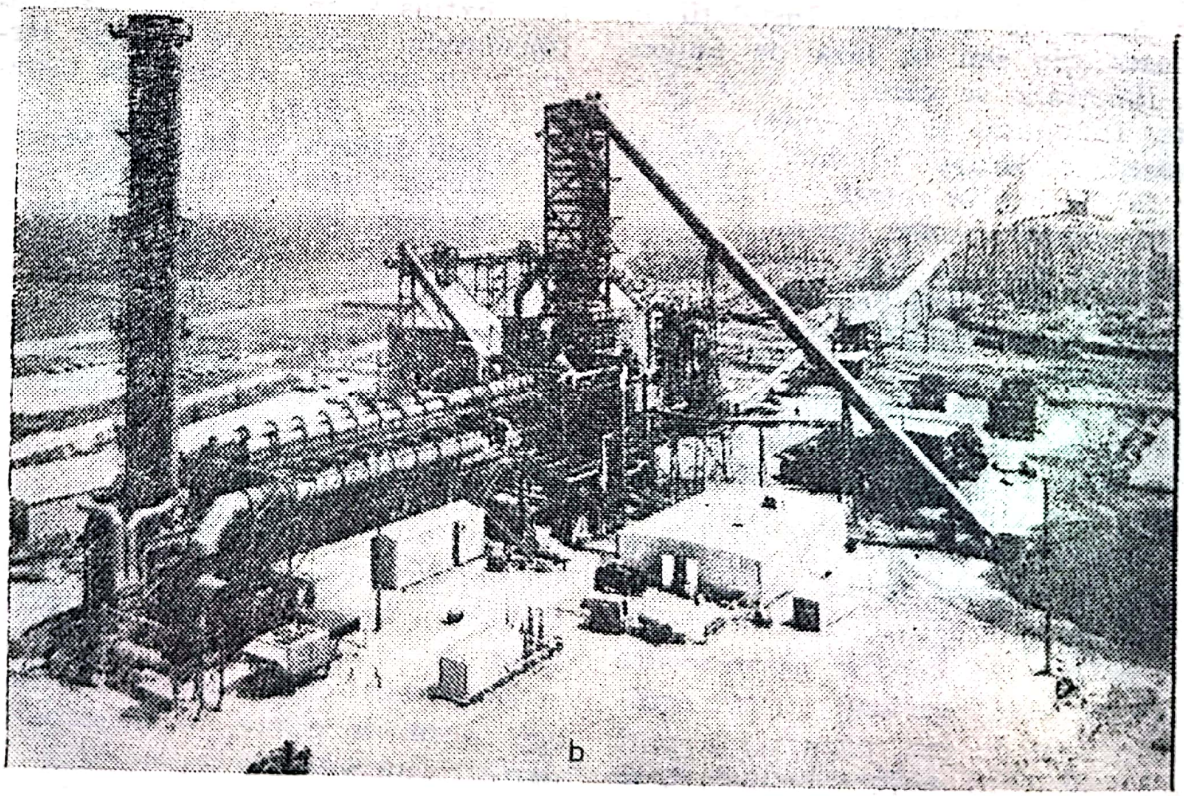
**procedeul Midrex** se folosește pentru producerea buretelui de fier în cuptor cu cuvă, folosind gaze obținute din conversia metanului cu dioxid de carbon. Denumirea sa derivă de la societatea nord-americană „Midland-Ross Corporation", care l-a definitivat și l-a extins la scară industrială. În fig. R. 7 sînt reprezentate instalațiile de reducere după **p. M.** Agentul reducător format din gaze care conțin în principal CO și $H_2$, la o temperatură de cca 900°C, este introdus în zona de mijloc a cuptorului de reducere, unde circulă în contracurent cu minereul de fier, sub formă de pelete, încărcat pe la partea superioară a cuptorului. În jumătatea inferioară a cuptorului de reducere are loc răcirea buretelui de

Scanned with OKEN Scanner

fier cu un gaz pentru răcire, avînd caracter reducător, care se recirculă. Gazul reducător este evacuat din cuptorul de reducere pe la partea superioară, și după desprăfuire, o mare parte se regenerează și se preîncălzește pentru a fi reciclat în proces. Regenerarea și preîncălzirea au loc într-un reactor format din numeroase tuburi din oțel refractar umplute cu catalizatori și încălzite în exterior cu o flacără de gaze. În




a



b

**Fig. R. 7.** Procedeul Midrex:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere de ansamblu.

Scanned with OKEN Scanner

scopul regenerării, gazul se amestecă cu o anumită cantitate de metan, corespunzătoare cantității de dioxid de carbon pe care gazul evacuat din cuptorul de reducere o conține. Cealaltă cantitate din gazul rezultat din procesul de reducere este folosită la încălzirea reactorului de conversie. Pentru a realiza un consum cît mai scăzut de energie calorică, la încălzire se utilizează aer preîncălzit într-un recuperator de căldură. Procedeul se aplică la scară industrială în S.U.A., Canada și R. F. Germania, fiecare instalație avînd o capacitate de producție anuală de cca 400 000 t burete de fier. Instalații industriale în construcție sau în fază de punere în funcțiune se găsesc în Iran, U.R.S.S., Brazilia.

**procedeul Purofer** produce burete de fier în cuptor cu cuvă, cu ajutorul gazelor rezultate, în principal, din conversia metanului cu dioxid de carbon. A fost pus la punct în cadrul societății Hüttenwerk Oberhausen A. G. (R. F. Germania). Schema de principiu a procedeului este reprezentată în fig. R. 8. Gazul reducător la o temperatură de 950°C este introdus pe la bază și evacuat în zona superioară a cuptorului de reducere, pe unde se încarcă minereul de fier sub formă de pelete. După îndepărtarea prafului o parte din acest gaz se regenerează și se preîncălzește cu ajutorul a două convertoare care funcționează alternativ, o perioadă de lucru pe conversie și o perioadă pe încălzire. În acest scop, se adaugă o anumită cantitate de metan corespunzătoare cantității de dioxid de carbon din gazul reciclat. Cealaltă parte din gazul evacuat se utilizează la preîncălzirea convertoarelor de gaz. Convertoarele de gaz sînt alcătuite fiecare din două camere așezate orizontal și despărțite de un focar. Între convertoare și cuptorul de reducere se află o cameră pentru menținerea temperaturii la 950°C. Procedeul a fost extins la scară industrială în Iran (Ahwaz) și în Brazilia (Cosigua, lîngă Rio de Janeiro).

**procedeul SL/RN** produce burete de fier în cuptor rotativ folosind ca agent reducător un combustibil solid (cărbune, semicocs etc.). Numele său reprezintă inițialele celor patru societăți care l-au conceput și pus la punct: Steel Co., Lurgi, Republic Steel Co. și National Lead Co. Minereul de fier sub formă de bulgări sau pelete este introdus în cuptor,

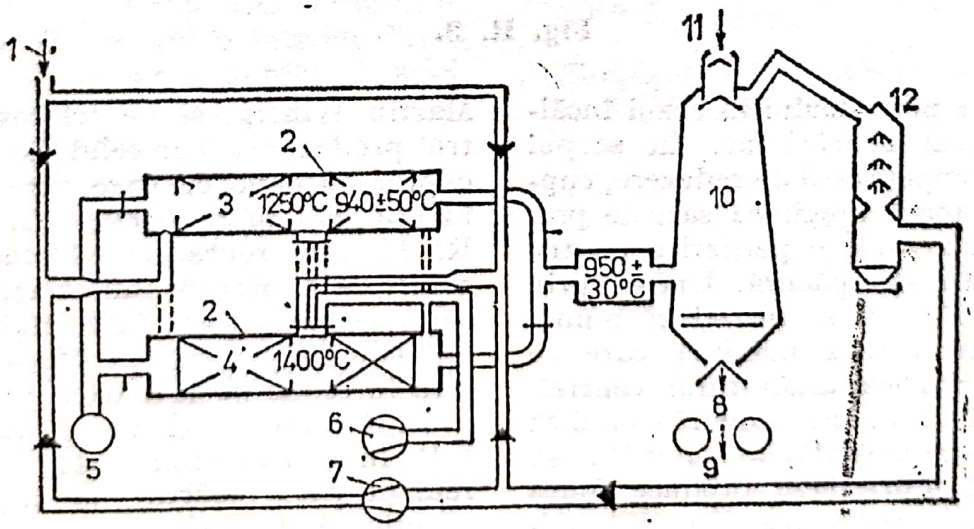



**Fig. R. 8.** Schema de principiu a procedeului Purofer:
*1* — gaz metan; *2* — convertoare; *3* — conversie; *4* — încălzire; *5* — coș; *6* — aer pentru încălzire; *7* — gaz reciclat pentru conversie; *8* — burete de fier; *9* — burete de fier brichetat; *10* — cuptor de reducere; *11* — minereu de fier; *12* — epurator de gaz.

Scanned with OKEN Scanner

în amestec cu combustibilul și cu un agent de desulfurare (var sau dolomită), pe la capătul superior. Buretele de fier produs este eliminat, pe la extremitatea inferioară, într-un răcitor după care este supus unor operații de separare a materialelor nemetalice (combustibil, cenușe, var) din care o parte se recirculă. La capătul de evacuare, cuptorul este prevăzut cu un arzător pentru gaz, păcură sau cărbune praf. În fig. R. 9 este reprezentată schema tehnologică a procedeului în cazul încălzirii cu praf de cărbune. În scopul reglării temperaturii de reducere, cuptorul pe toată lungimea sa este prevăzut cu arzătoare periferice pentru gaz metan sau păcură. Uneori prin aceste arzătoare se introduce numai aer. Temperatura maximă care se atinge, în zona arzătorului central, este de 1100°C. Procedeul se aplică la scară industrială.

**procedeul Stürzelberg** produce fontă lichidă prin reducerea directă a minereurilor de fier în cuptor rotativ, cu combustibili solizi, la temperatura de 1300—1400°C. La unul din capete cuptorul este prevăzut cu un arzător cu păcură sau cu gaz care folosește aer preîncălzit cu ajutorul a două recuperatoare de căldură. Procedeul a fost aplicat industrial în Germania, la Stürzelberg lîngă Düsseldorf, înaintea celui de-al doilea război mondial. Instalația a funcționat timp de 15 ani după care a fost oprită, dat fiind consumul specific ridicat de combustibil.

**procedeul Wiberg** poartă numele inventatorului său, metalurgul suedez

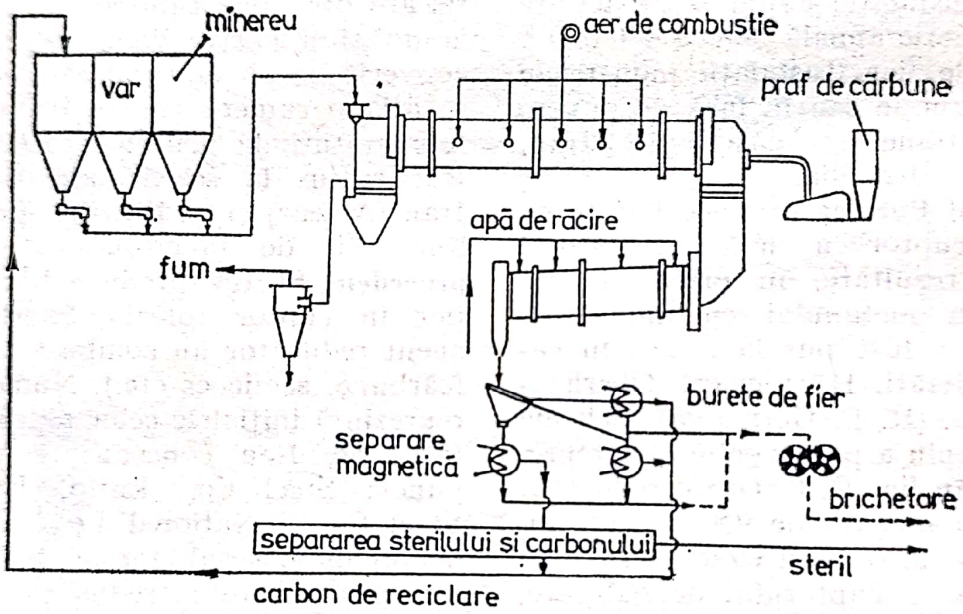



**Fig. R. 9.**

Martin Wiberg, și se folosește pentru producerea buretelui de fier în cuptor cu cuvă cu gaze care conțin, în cea mai mare parte, CO. În fig. R. 10, este reprezentată schema de principiu a procedeului. Gazul reducător conținînd cca 20% $H_2$ și 75% CO, la o temperatură de 950—1000° C este introdus pe la partea inferioară a cuptorului de reducere unde circulă în contracurent față de minereul de fier, încărcat pe la partea superioară. La jumătatea cuptorului, cca 75% din gaz este evacuat din cuptor pentru a fi regenerat și preîncălzit. Gazele rămase sînt arse cu

aerul suflat în zona superioară, pentru a preîncălzi minereul introdus în cuptorul de reducere. Regenerarea și preîncălzirea gazului evacuat se face într-un carburator care conține cocs și este încălzit electric cu aju-

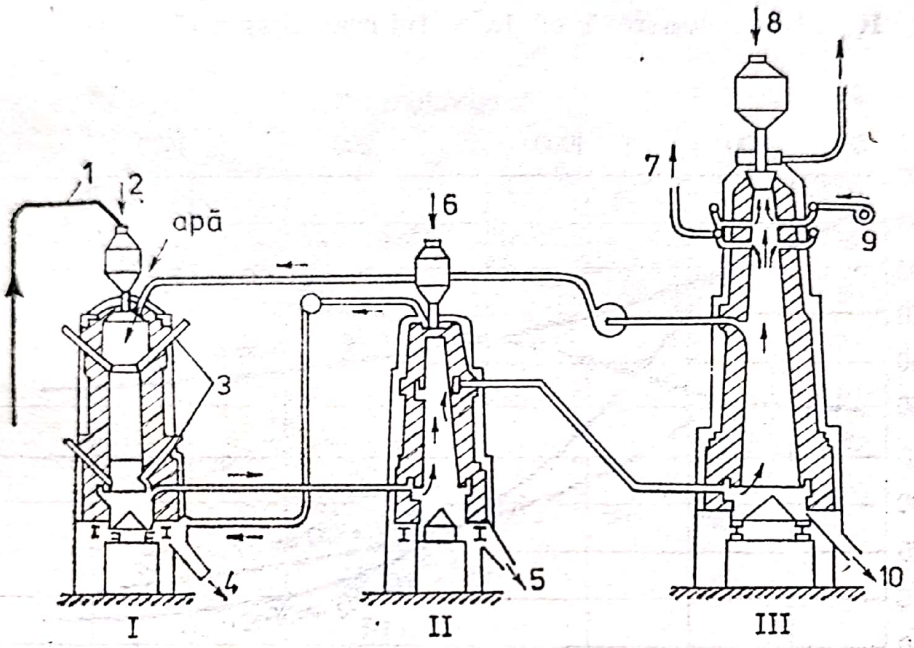



**Fig. R. 10.** Schema de principiu a prccedeului Wiberg:
I — carburator; II — reactor de desulfurare; III — cuptor de reducere; *1* — cocs recirculat; *2* — cocs; *3* — electrozi; *4* — cocs rezidual; *5* — dolomită uzată; *6* — dolomită; *7* — exces de gaz; *8* — minereu; *9,10* — burete de fier.

torul a 3 sau 4 perechi de electrozi din cărbune. Ieșind din carburator, gazele sînt trecute printr-un desulfurator ce conține dolomită și, apoi, sînt introduse în cuptorul de reducere. În Suedia, au fost construite, după acest procedeu, după 1950, mai multe instalații industriale. Avînd un consum specific ridicat de energie electrică, în prezent, unele instalații sînt oprite.

**REDUCEREA OXIZILOR DE FIER,** reacție chimică prin care se obține fier metalic din minereurile de fier prin scoaterea oxigenului din oxizii de fier cu ajutorul unor reducători. Are loc la temperaturi înalte, iar ca reducători se folosesc, în special, carbonul sub formă de cărbune sau cocs, oxidul de carbon și hidrogenul. La temperaturi pînă la 950°C, se folosesc oxid de carbon și hidrogen și reacția este denumită reducere indirectă. *Reducerea indirectă cu oxid de carbon* este slab exotermă, rezultînd 54,8 kcal/kg Fe (229,4 · $10^3$ J/kg Fe) și se desfășoară conform reacțiilor:

$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2 + 8\,870 \text{ kcal } (37,139 \cdot 10^6 \text{ J});$$

$$Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2 - 4\,990 \text{ kcal } (20,893 \cdot 10^6 \text{ J});$$

$$FeO + CO = Fe + CO_2 + 3\,250 \text{ kcal } (13,608 \cdot 10^6 \text{ J}).$$

*Reducerea indirectă cu hidrogen* este endotermă, fiind necesar un consum de căldură de 191,2 kcal/kg Fe (800 · $10^3$ J/kg Fe) și are loc după reacțiile:

$$3Fe_2O_3 + H_2 = 2Fe_3O_4 + H_2O + 5\,210 \text{ kcal } (21,814 \cdot 10^6 \text{ J})$$

$Fe_3O_4 + H_2 = 3FeO + H_2O -$
$- 14\,860$ kcal $(62{,}219 \cdot 10^6$ J);

$FeO + H_2 = Fe + H_2O -$
$- 6\,620$ kcal $(27{,}718 \cdot 10^6$ J).

Din diagrama de echilibru a acestor reacții (fig. R. 11) se constată că la

$CO_2 + C \rightleftarrows 2CO \pm 37\,710$ kcal $(157{,}982 \cdot 10^6$ J) între carbonul din cocs și dioxidul de carbon din gazul de furnal (reacția Bell-Boudouard). În fig. R. 12 sînt reprezentate diagramele de echilibru ale reacției Bell-Boudouard. Deplasarea echilibrului acestei reacții spre dreapta sau spre stînga

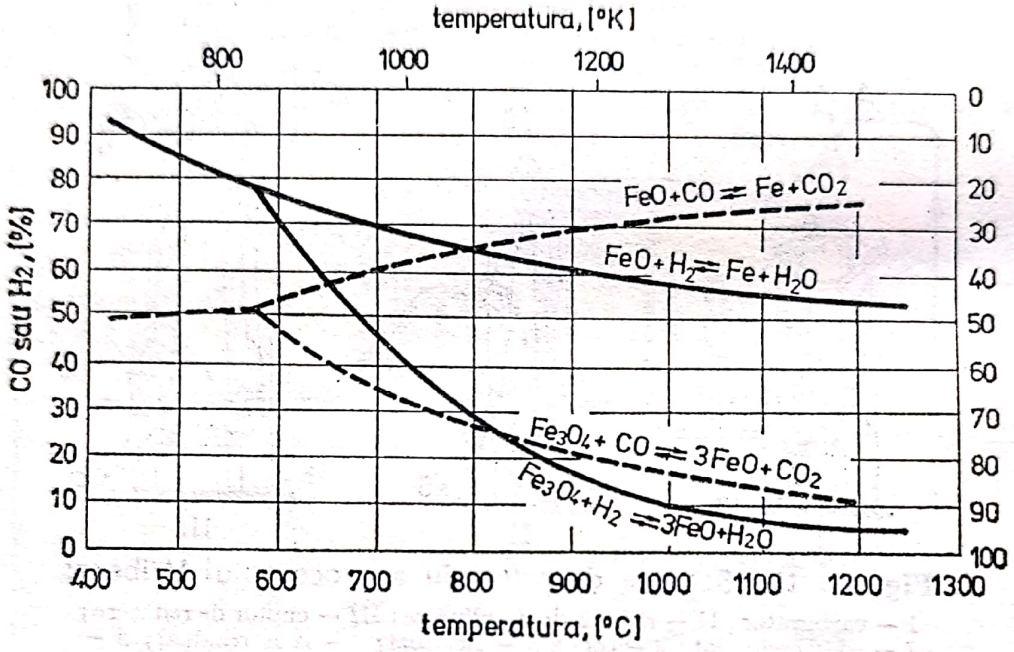



**Fig. R. 11.**

temperaturi sub 810°C, oxidul de carbon este un reducător mai eficace decît hidrogenul, în timp ce la temperaturi peste 810°C, devine mai activ hidrogenul. De aici rezultă avantajul pe care îl poate prezenta pentru desfășurarea procesului de reducere indirectă în furnal existența hidrogenului în gazul din furnal, deci folosirea de combustibili auxiliari care aduc hidrogen, de ex.: metanul. În furnal sau în alte cuptoare de reducere în paralel cu reacția de reducere indirectă cu oxid de carbon se desfășoară și reacția reversibilă

este determinată de presiunea și temperatura din cuptorul de reducere. În condițiile de presiuni și compoziții ale gazelor reducătoare din furnal, reacția de mai sus are loc de la stînga spre dreapta la temperaturi mai mari de 950°C cu regenerare de CO, și de la dreapta spre stînga la temperaturi de cca 450—600°C, cu depunere de carbon în porii minereurilor de fier; acest carbon va lua parte la procesele de reducere și carburare. Prin regenerarea oxidului de carbon, în procesul de reducere intervine carbonul, astfel:

$$FeO + CO = Fe + CO_2 + 3\,250 \text{ kcal } (13{,}608 \cdot 10^6 \text{ J})$$
$$CO_2 + C = 2CO - 37\,710 \text{ kcal } (157{,}892 \cdot 10^6 \text{ J})$$
$$FeO + C = Fe + CO - 34\,460 \text{ kcal } (144{,}284 \cdot 10^6 \text{ J})$$

Această reacție de reducere cu participarea carbonului este denumită *reducere directă* și se produce cu consum de căldură și de carbon. Reducerea directă a oxizilor de fier se poate realiza atît în stare solidă, prin

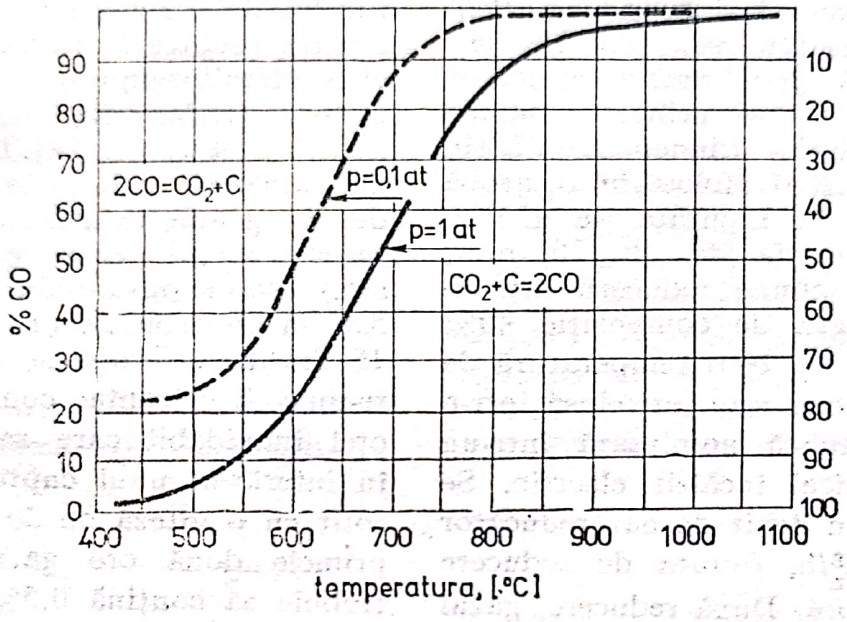



**Fig. R. 12.**

intermediul oxidului de carbon, conform reacțiilor: $Fe_nO_m + mCO \rightarrow nFe + mCO_2$; $mCO_2 + mC \rightarrow 2mCO$ cît și după topire prin acțiunea directă a carbonului, după reacția: $FeO + C = Fe + CO$. Mărimea cu ajutorul căreia se determină gradul de dezvoltare a reducerii directe sau indirecte a oxizilor de fier în furnal, se numește *indice de reducere*. După M. A. Pavlov și B. Marincek, indicele de reducere directă se exprimă prin raportul între cantitatea de fier redusă pe cale directă și cantitatea totală de fier supusă reducerii (de la FeO), conform relației:

$$rd = \frac{\text{Fe } red.\ dir.}{\text{Fe } redus} \cdot 100, \ \%.$$

Pentru determinarea lui este necesară întocmirea bilanțului de materiale.

**REDUCEREA OXIZILOR METALICI,** operație chimică de eliminare a oxigenului din oxizii metalici pentru obținerea unui metal în stare liberă. Se realizează cu ajutorul unor reducători (carbonul din cărbune sau din cocs, metanul, oxidul de carbon, aluminiu etc.) care se combină cu oxigenul din oxizii metalici punînd în libertate metalul respectiv conform reacției:

$$\underset{\text{Oxid}}{MeO} + \underset{\text{Reducător}}{R} \longrightarrow \underset{\text{Oxid}}{RO} + \underset{\text{Metal}}{Me}$$

Pentru ca reacția să se desfășoare în sensul indicat de săgeată (cu producere de metal), este necesar ca variația entalpiei libere ($\Delta G$) să aibă o valoare negativă. Variația entalpiei libere se poate calcula cu relația $\Delta G = \Delta G_{MeO} - \Delta G_{RO}$. Importanță deosebită prezintă reducerea oxizilor de fier.

**REDUCTIBILITATEA MINEREURILOR,** viteza cu care este eliminat oxigenul în reacțiile chimice de reducere a oxizilor metalici din minereuri cu ajutorul agentului reducător care

străbate încărcătura. Depinde atît de natura oxizilor, cît și de o serie de caracteristici fizice ale minereurilor. Dintre minereurile de fier cele mai greu reductibile sînt cele pe bază de magnetit, urmate (în ordinea creșterii reductibilității) de hematit, de limonit și de siderit. Pentru determinarea *reductibilității minereurilor de fier*, aglomeratelor și peletelor cele mai utilizate metode sînt: C.N.R.M., Linder și VDEh.

**metoda C.N.R.M.** folosește o probă de minereu în greutate de 450 g, cu o granulație de 10—20 mm; aceasta se supune reducerii într-un curent de gaz de compoziție 40% CO și 60% $N_2$, la o temperatură de 1000° C. Proba este introdusă într-o retortă metalică amplasată într-un cuptor vertical încălzit electric. Se utilizează un debit de gaz reducător de 1000 $m^3_n/h$, durata de reducere fiind de o oră. După reducere, gazul este răcit și trecut printr-un analizor cu raze infraroșii pentru determinarea conținutului de CO și $CO_2$. Pe baza curbelor înregistrate se poate determina cantitatea de oxigen eliminată în timpul reacției de reducere și viteza de reducere. Numele metodei reprezintă inițialele Institutului de Cercetări Metalurgice din Franța (Centre National de Recherchés Métallurgiques).

**metoda Linder** (fig. R. 13) poartă numele metalurgului R. Linder. Proba de minereu, pelete sau aglomerat de 500 g amestecată cu 200 g combustibil solid (cocs, cărbune brun etc.) este supusă reducerii timp de 5 h, la un debit de gaz reducător de 15 $dm^3$/min. Proba se introduce într-un tub orizontal confecționat din oțel inoxidabil care se amplasează în interiorul unui cuptor unde este rotit cu o viteză de 30 rot./min. În primele două ore gazul reducător trebuie să conțină 0,5% $H_2$, 59,5% $N_2$, 30% CO, 10% $CO_2$, iar tempera-

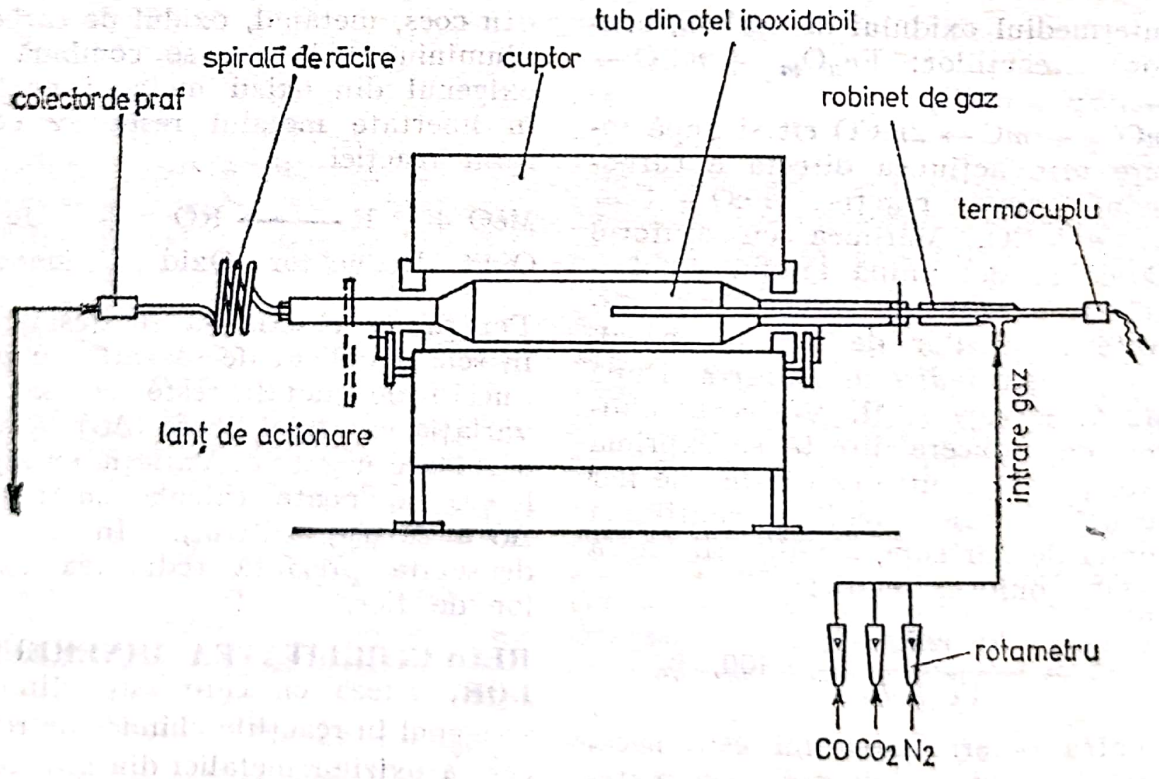



**Fig. R. 13.**

tura trebuie să crească pornind de la temperatura mediului ambiant, cu o viteză de 350° C/h. În următoarele două ore gazul reducător va trebui să conțină 0,5% $H_2$, 35% CO, 5% $CO_2$ și 59,5% $N_2$, iar în ultima oră: 0,5% $H_2$, 38% CO, 2% $CO_2$ și 59,5% $N_2$. Pentru ultimele trei ore temperatura trebuie să crească cu o viteză de 100°C/h. În ceea ce privește compoziția chimică a gazului se pot aduce o serie de modificări, adoptîndu-se gaze reducătoare cu diverse conținuturi în CO, $CO_2$, $H_2$ și $N_2$, caracteristice anumitor procese de reducere directă. Cînd temperatura a atins 1000°C, determinarea se consideră terminată. Reductibilitatea probei se exprimă prin gradul de oxidare rămas după efectuarea încercării.

**metoda V.D.E.h.** (fig. R. 14) folosește o probă de minereu în greutate de 1000 g ± 1 care este supusă reducerii într-un curent de gaz reducător, cu următoarea compoziție chimică: 40% CO, 60% $N_2$, max. 0,2% $CO_2$ și max. 0,1% $O_2$. Proba se introduce într-un tub de oțel inoxidabil legat de platanul unei balanțe într-un cuptor electric vertical, cu reglare automată a temperaturii. Gazul reducător circulă peste minereu în curent ascendent, la un debit de 5 $m^3_n$/h. Reducerea are loc la temperatura de 900°C și se urmărește pe cadranul balanței prin pierderea în greutate a probei care se exprimă în %/min. Durata de reducere pentru fiecare probă de minereu este timpul necesar atingerii unui grad de reducere de

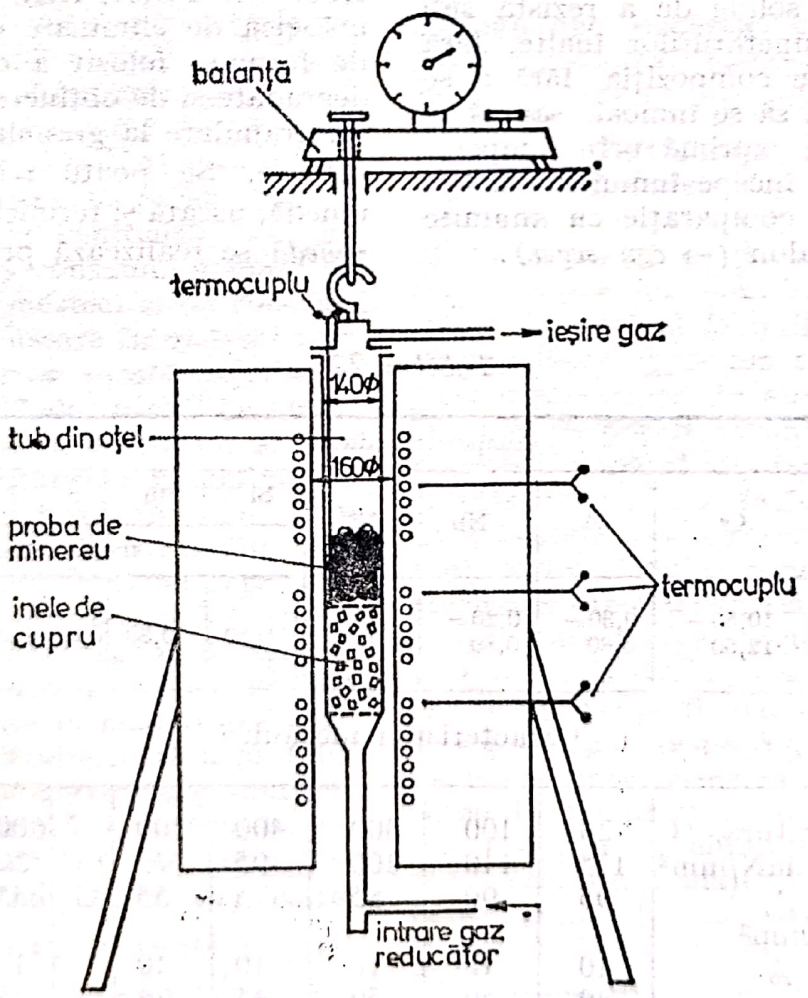



Fig. R. 14.

65%. Numele său reprezintă inițialele societății germane de metalurgie „Verein Deutscher Eisenhüttenleute" în cadrul căreia a fost pusă la punct.

**REFRACTALLOY,** aliaj refractar cu 30% Co, 20% Ni, 20% Cr, 8—10% Mo, 4—5% W, 15% Fe, 0,05—0,10% C, 0,6—2% Mn. La 815°C are $\sigma_r = 45$ daN/mm². Se prelucrează prin deformare plastică, prin turnare de precizie și prin tratament termic (de punere în soluție la 1230—1290°C; răcire în ulei; îmbătrînire la 870°C timp de 16 h). Se utilizează sub formă de piese de turbine la motoare cu reacție, la rachete și la unele instalații care funcționează la temperaturi înalte (700—900°C și, chiar, 1000°C).

**REFRACTARITATE,** proprietate a materialelor solide de a rezista sub acțiunea temperaturilor înalte, fără să-și schimbe compoziția, fără a se sfărîma, fără să se înmoaie sau să se topească. Se exprimă prin temperatura la care începe înmuierea materialului prin comparație cu anumite materiale etalon *(→ con seger)*.

**REFRICEM,** denumire atribuită pentru două mărci de oțeluri aliate, românești, destinate fabricării rotorilor de compresoare și turbină, paletelor pentru turbine de gaze și aburi etc. Prin aliere cu crom, molibden, niobiu etc. și printr-un tratament termic adecvat (călire și revenire) aceste oțeluri prezintă o bună rezistență mecanică și la coroziune până la o temperatură de 700°C. În tabelele 22 și 23 sînt prezentate compozițiile chimice și principalele caracteristici mecanice a celor două oțeluri REFRICEM 1 și, respectiv, REFRICEM 2. După tratamentul termic structura acestor oțeluri este alcătuită dintr-o masă de ferită cu carburi fine, uniform distribuite.

**REGENERARE A AMESTECURILOR DE FORMARE,** operație tehnologică de eliminare din amestecul de formare folosit a componentelor degradate și de obținere a componentei granulare la granulația corespunzătoare. Se poate realiza pe cale umedă, uscată și termică. *Regenerarea umedă* se realizează prin spălarea a-

*Tabelul 22*

| Compoziție chimică, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | Cr | Mo | Nb | Ni | Si | Mn | S | P | S + P |
| | | | | | maximum | | | | |
| 0,15—0,22 | 10,50—12,50 | 0,30—0,80 | 0,20—0,50 | 1,40—1,80 | 0,50 | 0,80 | 0,03 | 0,03 | 0,05 |

| Caracteristici mecanice | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura, °C | 20 | 100 | 300 | 400 | 500 | | 600 | 700 |
| $\sigma_r(R)$, daN/mm² | 115 | 110 | 100 | 95 | 75 | | 50 | 25 |
| $\sigma_{0,2}(R_{0,2})$, daN/mm² | 95 | 90 | 85 | 75 | 55 | | 35 | 15 |
| $\delta(A_{10})$, % | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 | | 12 | 14 |
| Z % | 40 | 50 | 50 | 45 | 60 | | 75 | 90 |

Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 23*

| Compoziție chimică, % | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | Cr | Mo | Nb | Ni | N | Si | Mn | S | P | S + P |
| | | | | | | maximum | | | | |
| 0,15–0,22 | 10,50–12,50 | 0,30–0,80 | 0,20–0,50 | 0,80–1,20 | 0,04–0,08 | 0,50 | 0,80 | 0,03 | 0,03 | 0,05 |

| Caracteristici mecanice | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura, °C | 20 | 100 | 300 | 400 | 500 | | 600 | | 700 |
| $\sigma_r(R)$, daN/mm² | 115 | 110 | 100 | 95 | 75 | | 50 | | 25 |
| $\sigma_{0,2}(R_{0,2})$, 2, daN/mm² | 100 | 95 | 90 | 80 | 60 | | 40 | | 20 |
| $\delta(A_{10})$, % | 7 | 8 | 7 | 6 | 7 | | 10 | | 12 |
| Z, % | 30 | 45 | 45 | 40 | 50 | | 70 | | 90 |

mestecului folosit în apă curgătoare. Sortarea granulelor spălate se poate realiza pe baza diferenței de greutate a acestora, în curentul de apă sau prin cernere pe site după uscare prealabilă. Procedeul se aplică rar, la amestecuri nisip-bentonită sau argilă, din cauza consumului mare de apă (15 m³/t amestec) și de combustibil folosit la uscare în vederea sortării. *Regenerarea uscată* constă în sfărîmarea bulgărilor uscați de amestec folosit, frecarea granulelor într-un malaxor și vînturarea în curent de aer pentru separarea prafului. Procedeul este mai larg răspîndit, dar prezintă probleme privind separarea prafului. *Regenerarea termică* constă din încălzirea amestecului la temperatură corespunzătoare (800—1000°C) urmată de răcire în mediul ambiant, cu îndepărtarea ulterioară a prafului prin cernerea de sortare a granulelor. Procedeul se aplică amestecurilor cu rășini sau uleiuri dar este puțin răspîndit dat fiind costul său mare.

**REGIM TERMIC,** cantitate de căldură necesară împreună cu temperaturile care trebuie asigurate unui cuptor sau unei instalații pentru desfășurarea proceselor metalurgice, corespunzător condițiilor impuse.

**REGULA FAZELOR,** relație prin care se stabilește dependența între varianța $v$ a unui sistem, numărul de componenți $n$ și numărul de faze $\varphi$: $v = n + 2 - \varphi$. Varianța $v$ reprezintă numărul factorilor exteriori (temperatură, presiune ș.a.) și interiori (concentrația în aliaj a componenților ce pot fi schimbați fără a schimba numărul de faze aflate în echilibru) iar cifra 2, factorii exteriori de echilibru (temperatura și presiunea). Întrucît în sistemele metalice presiunea atmosferică este constantă și uniformă relația devine $v = n + 1 - \varphi$ sau $v = n - \varphi + 1$. Deoarece $v$ nu poate fi mai mic de zero $n - \varphi + 1 \geqslant 0$, respectiv, $\varphi \leqslant n + 1$. La $v = 0$ transformarea în aliaj decurge la temperatură constantă, la $v = 1$ se poate schimba temperatura sau concentrația aliajului fără schimbarea numărului fazelor; la $v = 2$ se pot schimba doi factori ($t$ și $p$) fără schimbarea numărului fazelor ș.a.m.d. Sin. *legea fazelor*.

Scanned with OKEN Scanner

**REMANIEREA PIESELOR CU DEFECTE,** operația sau ansamblul de operații de corectare a defectelor unor piese sau semifabricate în vederea folosirii lor în ansamblul predestinat. Se poate realiza prin: sudare, chituire, impregnare, metalizare, tratament termic, îndreptare, cu dopuri și bucșe și prin supraturnare.

**remanierea cu dopuri și bucșe** se folosește pentru astuparea găurilor. Dopurile, de obicei, filetate se folosesc în cazul găurilor cu diametru sub 20 mm confecționate în mod obișnuit din același material cu piesa (în cazul pieselor din fontă cenușie se pot folosi dopuri de cupru). Diametrul lor, $D_d$, se alege funcție de grosimea, $g$, a peretelui de remaniat, conform relației $D_d = (0{,}75-1{,}5)g$; distanța între axele a două dopuri consecutive $(0{,}75-2{,}0)D_d$ iar între axa dopului și marginea piesei $(0{,}5-0{,}75)D_d$. Bucșele se introduc pentru remanierea defectelor prezente pe suprafețele interioare ale pieselor (fig. R. 15), de obicei, prin presare la cald.

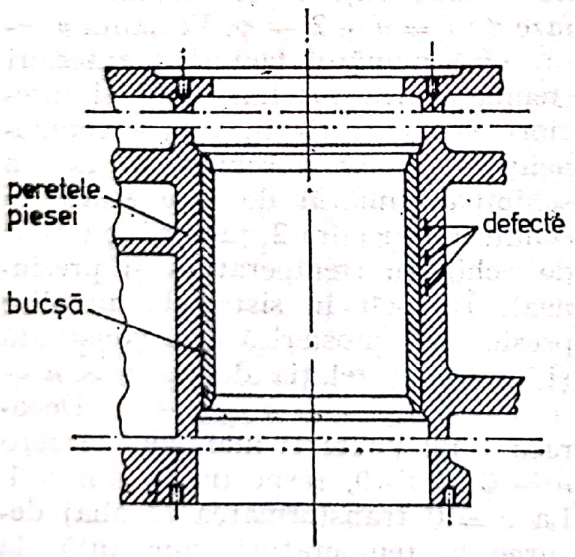



Fig. R. 15.

**remanierea prin chituire** se aplică la piesele cu defecte superficiale, sub formă de goluri, care au numai importanță decorativă. Chitul reprezintă un produs păstos, pe bază de substanțe minerale sau organice (rășini), care conține și un întăritor care se întărește în aer. Se fabrică și se livrează diferite mărci de chituri Ed—5, Ed—6 (U.R.S.S.), Dinox (Elveția) etc. Locul de chituire trebuie în prealabil bine pregătit (se curăță mecanic sau prin decapare de oxizi, impurități etc. și i se dă formă convenabilă). În general, chiturile se aplică imediat după preparare, întărindu-se în aproximativ 24 h.

**remanierea prin impregnare** se aplică în general pieselor turnate care prezintă în pereții lor microretasuri și porozități de contracție și care la încărcările sub presiune (hidraulice sau pneumatice) nu rezistă, prezentînd „zone de transpirație" (picături mici de lichid pe pereții piesei). Defectele care dau naștere la neetanșeități se remaniază prin impregnarea sub presiune în corpul piesei turnate a unor materiale oxidante (în cazul pieselor de fontă și oțel, cu porozități mici) sau rășinoase (pentru piesele din materiale metalice cu porozități mai mari). Mărimea porozităților se poate aprecia după intensitatea curgerii lichidului prin zona neetanșă a piesei, la încercarea sub presiune. La *remanierea prin impregnare cu lichide oxidante* (soluție 5—6% $NH_4Cl$ în apă; soluție apoasă de $FeCl_2$ cu $Fe_2O_3$ și $NaNO_3$, sticlă solubilă 10% caldă ș.a.) lichidul oxidant se introduce în piesă cu pompa, după ce în prealabil s-au astupat cu garnituri etanșe toate orificiile prin care ar putea ieși lichidul. După impregnare piesele se încălzesc la 100—110°C timp de 10—15 min. *Remanierea prin impregnare cu materiale rășinoase* (în special, lac de bachelită) se aplică în cazul pieselor turnate din aliaje neferoase și din aliaje feroase (fontă și oțel) cu porozități mai mari. După impregnare cu lac de bachelită piesele se supun la regimul de tratament termic prezentat în fig. R. 16.

**remanierea prin îndreptare** se realizează prin procedee mecanice, cu ajutorul preselor (la producție de serie și de masă) sau prin batere cu ciocanul. Piesele de configurație simplă și conținut mic de carbon (sub 0,25% C) se pot îndrepta la rece; tot la rece se pot îndrepta oțelurile

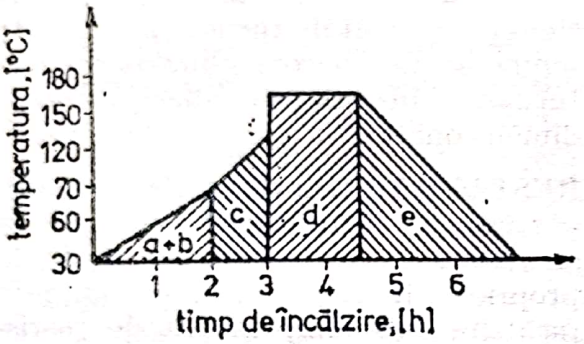



**Fig. R. 16.**

înalt aliate cu mangan (12—14% Mn). Piesele din oțeluri cu peste 0,25% C și din oțeluri cu configurație complicată se îndreaptă la cald. În cazul pieselor turnate din fontă de configurație simplă pentru îndreptare se folosește o greutate (fig. R. 17).

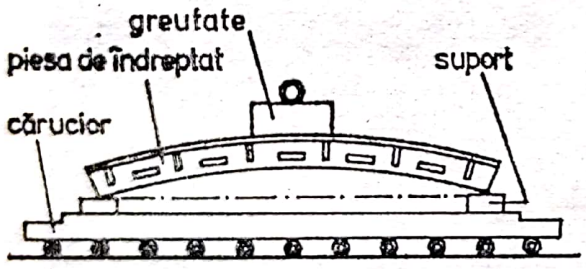



**Fig. R. 17.**

**remanierea prin metalizare** se realizează prin pulverizarea unui metal în stare lichidă (Al, Zn, Sn, Cu ș.a.) pe suprafața cu defecte de remaniat. Operația se execută cu un pistol de pulverizare, încălzit electric sau cu gaze (acetilenă sau propan), asemănător pistolului de vopsit.

**remanierea prin sudare** este cea mai sigură și mai răspîndită metodă. Prin sudare (electrică sau cu gaz) se pot remania majoritatea defectelor: sufluri, retasuri, crăpături, incluziuni de nisip sau de zgură, defecte de suprafață etc. La sudare trebuie acordată atenție deosebită pregătirii locului defect și respectării regimului tehnologic, funcție de natura defectului și a materialului metalic remaniat.

**REMENDUR,** aliaj de cobalt, vanadiu și fier, utilizat ca material dur la fabricarea magneților permanenți. Face parte din clasa aliajelor vicalloy și conține 49% Co, 2% V și rest % Fe. Dintre aliajele magnetice dure posedă cea mai mare inducție magnetică remanentă ($B_r \sim 20\,000$ Gs). Se folosește, în special, la construcția polilor care trebuie să creeze în întrefierul mașinilor, aparatelor și instrumentelor electrice un cîmp electric puternic.

**RENIU,** Re, element metalic din grupa a VII-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 75, masa atomică 186,2, valența III, IV, V, VI, VII. A fost descoperit (1925) de Ida Tacke și Walter Noddack. Se găsește în natură, în stare liberă în cantități extrem de mici, însoțind unele minerale (molibdenit, calcopirită, niobit). Metal de culoare alb-argintie, cristalizează în sistemul hexagonal compact și nu prezintă alte forme alotropice. Are densitatea 20,9 kg/dm$^3$, p.t. 3180°C și p.f. 5870°C, căldura masică (la 20°C) 135 J/kg·K. În stare compactă este maleabil și ductibil, iar sub formă de pulbere este foarte dur. La temperatură obișnuită nu se oxidează în aer, cu oxigenul combinîndu-se numai la temperaturi peste 1000°C. În aer umed se oxidează la temperatură obișnuită. La cald se combină cu halogenii, sulful, fosforul etc. Se dizolvă în acid azotic

Scanned with OKEN Scanner

sau acid sulfuric concentrat. Se utilizează la confecționarea filamentelor pentru becurile electrice (mai rezistente decît cele confecționate din wolfram), la fabricarea unor grile pentru tuburile electronice și termocuple și ca element de aliere la elaborarea unor aliaje speciale (duritate și rezistență la coroziune mari).

**REPARAȚIE CAPITALĂ,** reparație a tuturor părților componente ale unei instalații metalurgice prin demontarea acestora și înlocuirea celor deteriorate. În cazul cuptoarelor de elaborare, presupune în mod obligatoriu demolarea și apoi refacerea zidăriei refractare. **R. C.** necesită scoaterea din funcțiune a instalației pe o perioadă mai mare de timp și se face în mod planificat, pregătindu-se toate lucrările necesare pentru ca oprirea să dureze cît mai puțin. Cu ocazia unor **R. C.** se pot aduce unele modificări constructive, caz în care se numește *renovare*.

**REPRIZĂ,** defect sub formă de discontinuitate superficială sau străpunsă parțial sau total în corpul piesei turnate (fig. R. 18), cu margi-

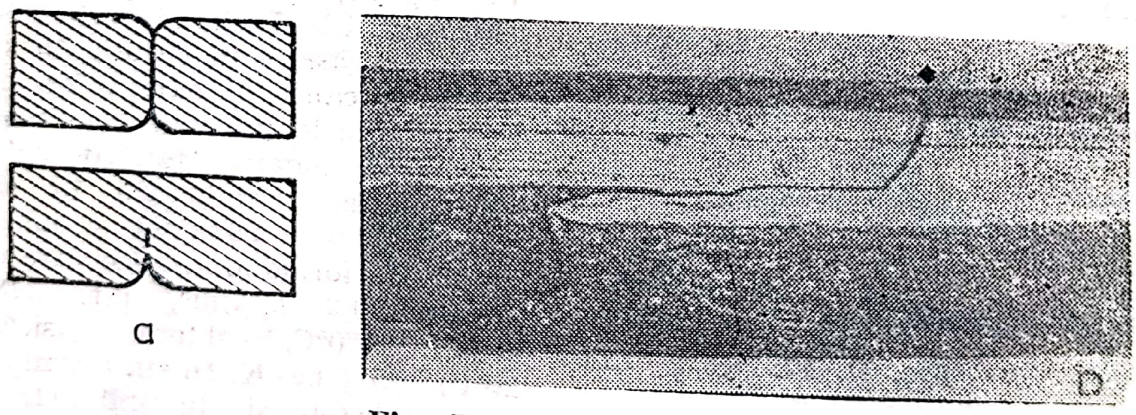



**Fig. R. 18.** Repriză:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

nile rotunjite, provocat de nesudarea a doi curenți de metal care se întîlnesc în cavitatea formei. Apare la suprafețele mari ale pieselor turnate, în secțiunile subțiri, greu de umplut, sau acolo unde două jeturi de metal se întîlnesc în formă din cauza succesiunii umplerii și la locul de amplasare a inserțiilor metalice (suporturi, răcitoare etc.). Cauze posibile ale apariției **R.** pot fi: fluiditate insuficientă a metalului lichid (oxidat); turnare înceată, neuniformă sau întreruptă în formă; aerisire insuficientă a formei; cantitate insuficientă de metal turnat în formă; temperatură necorespunzătoare de turnare; inserții metalice incorect dimensionate.

**RESTAURARE,** proces de revenire parțială a materialelor metalice la structura de echilibru și, deci, la proprietățile corespunzătoare ei, prin încălzire sub temperatura de recristalizare. Prin **R.** se realizează redistribuirea și micșorarea concentrației defectelor punctiforme și a dislocațiilor, neînsoțite de formarea și deplasarea limitelor cristalelor. Cuprinde două stadii: relaxarea și poligonizarea. În *stadiul de relaxare* se micșorează concentrația defectelor punctiforme prin anihilarea și dirijarea lor spre limitele cristalelor și spre dislocații și, de asemenea, se redistribuie dislocațiile prin alunecare. Procesul decurge prin încălzire pînă la temperatura $(0{,}05-0{,}2)\ t_{top}$ și se utilizează pentru creșterea

plasticității materialelor metalice ecruisate și pentru stabilizarea termică a structurii și proprităților lor. La *stadiul de poligonizare* are loc redistribuirea dislocațiilor prin alunecare și prin difuzie, însoțită de anihilarea lor parțială și formarea unor zone (poligoane) fără dislocații, între cristale. Procesul decurge, în două etape, pînă la (0,3—0,4) $t_{top}$. La încălzirea metalelor cu grad mare de deformare poligonizarea reprezintă începutul stadiului de recristalizare. La **R.** se micșorează duritatea, rezistența, rezistivitatea electrică, forța coercitivă, solubilitatea în acizi și crește plasticitatea. Acest efect este sesizabil diferit; micșorarea rezistivității electrice este sesizabilă în prima etapă a poligonizării pe cînd micșorarea caracteristicilor mecanice și a cîmpului coercitiv, în etapa a doua. Gradul de micșorare a caracteristicilor este cu atît mai mare cu cît temperatura este mai înaltă și cu cît durata de menținere este mai mare. Fenomenele se analizează cu ajutorul razelor X.

**RETASURĂ,** defect la lingouri și la piesele obținute prin turnare sau deformare plastică sub formă de gol deschis (retasură exterioară) sau închis (retasură interioară) în corpul acestora, cu suprafață rugoasă sau macrocristalină, de obicei oxidată (fig. R. 19). La piesele obținute prin deformare plastică retasura provine de la material (lingou sau semifabricat laminat) și de obicei nu poate fi eliminată la această operație, avînd în vedere suprafața de obicei oxidată a acestora. La piesele obținute prin turnare apare mai des în cazul aliajelor cu contracție mare (oțel, Fgn, Fgm, alame speciale, bronz cu aluminiu ș.a.) și al pieselor cu noduri termice, la care nu s-a asigurat solidificarea dirijată a piesei spre maselotă→*(solidificare dirijată)*.

**RETOPIRE,** proces metalurgic de elaborare a metalelor și a aliajelor primare, cu ajutorul deșeurilor și a altor tipuri de materiale metalice de compoziție cunoscută în scopul obținerii semifabricatelor turnate *(→ materiale metalice recirculate)*.

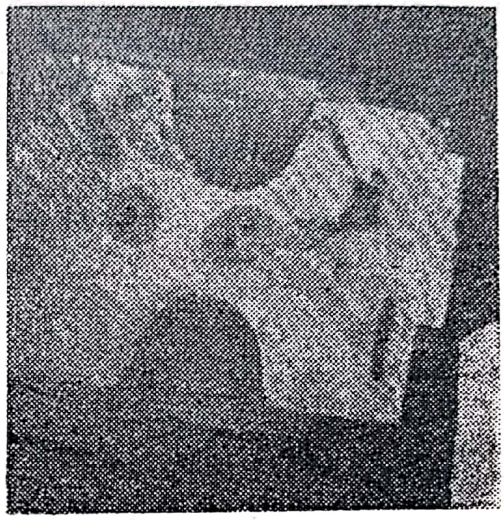


**Fig. R. 19.**

**RETOPIREA OȚELULUI,** metodă pentru topirea lingourilor sau a barelor forjate din oțel, în scopul obținerii unui material de calitate superioară prin îndepărtarea unor impurități ca: incluziuni nemetalice, sulf, oxigen etc. Termenul sugerează o nouă topire a oțelului, făcînd distincție de prima topire efectuată cu prilejul elaborării lui pe baza metodelor curente în: convertizor cu oxigen, cuptor electric cu arc, cuptor Siemens-Martin etc. Cele mai importante procedee cu ajutorul cărora se poate realiza **R. O.** sînt:

**retopire cu arc electric în vid,** procedeu pentru retopirea lingourilor rotunde sau a barelor forjate din oțel, cu ajutorul arcului electric, într-o atmosferă cu presiune scăzută ($10^{-2}$ —$10^{-4}$—10 Torr). Cuptorul de retopire se compune dintr-o cameră vidată în care se amplasează bare din oțel consumabil care joacă rol de catod.



Scanned with OKEN Scanner

În partea inferioară cuptorul este prevăzut cu un creuzet de cupru, răcit cu apă, pe fundul căruia se află o bară de oțel care joacă rol de anod. După amorsarea arcului electric de curent continuu, de pe capul electrodului consumabil se desprind picături care se solidifică în creuzet, solidificarea avansînd de jos în sus. Se obțin astfel lingouri de calitate superioară, ce prezintă un conținut mult mai redus de incluziuni nemetalice precum și un conținut de oxigen mai scăzut. În fig. R. 20 este reprezentată schema unei instalații de retopire tip Heraeus.

**retopire cu plasmă,** procedeu pentru retopirea lingourilor sau a barelor din oțel forjate cu ajutorul plasmei, în atmosferă de argon. Se folosește în acest scop fie curent continuu, fie curent alternativ. Procedeul se recomandă oțelurilor moi, oțelurilor înalt aliate cu Cr, Ni și Mn și a altor oțeluri înalt aliate (de scule, inoxidabile), rezultînd lingouri cu un conținut scăzut de azot și de incluziuni nemetalice.

**retopire electrică sub zgură,** (fig. R. 21), procedeu pentru retopirea barelor din oțel, cu ajutorul zgurelor bune conducătoare de electricitate, în scopul

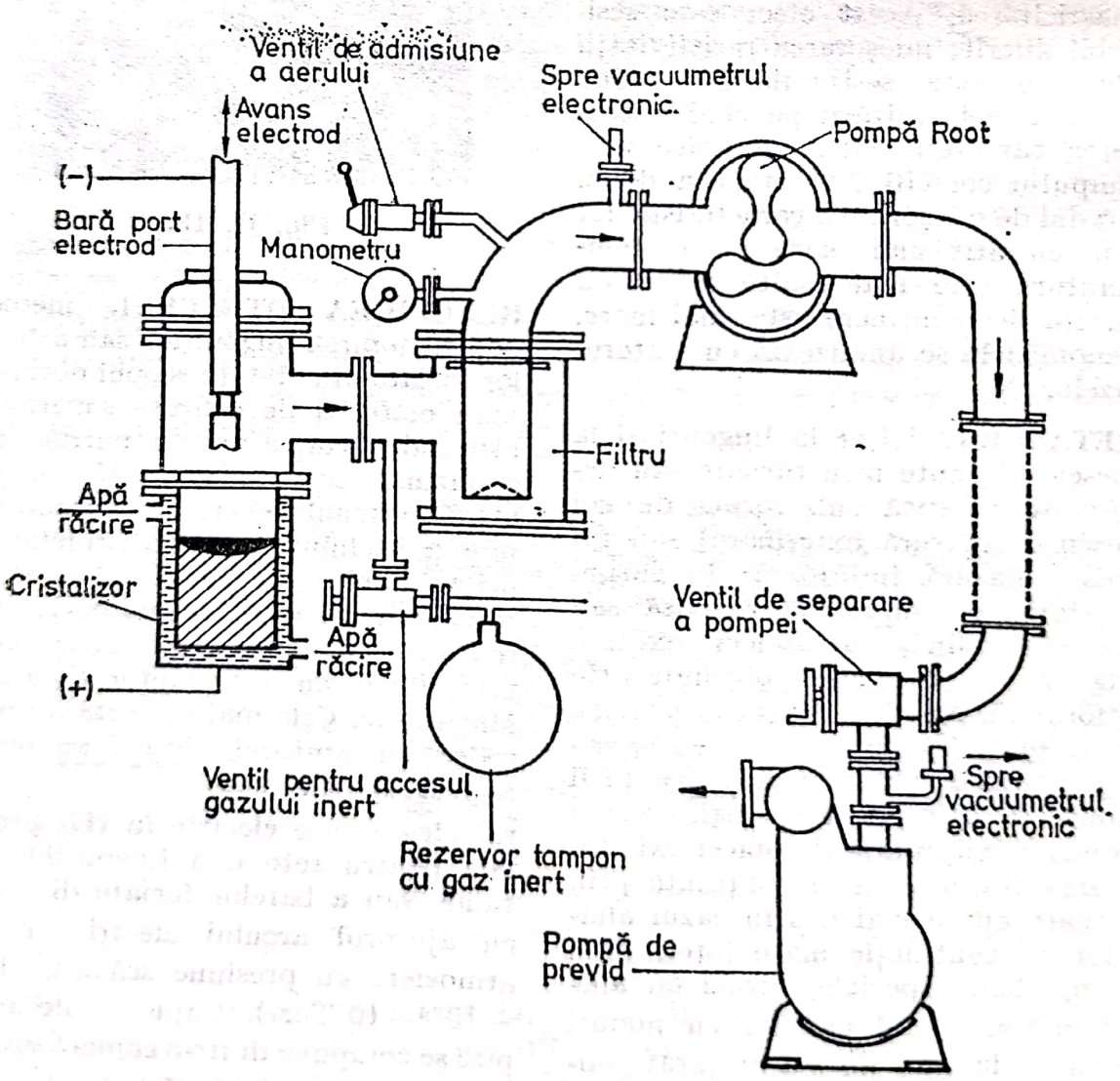



**Fig. R. 20.**

obținerii unor lingouri din oțel, de calitate superioară. Procedeul a fost conceput și pus la punct în cadrul Institutului de Sudură Electrică „E. O. Patton" din Kiev. Bara de oțel, având rolul unui electrod consumabil, este legată la unul din capete, de borna pozitivă a unei surse de curent continuu iar celălalt capăt, se află imersat într-un strat de zgură bună conducătoare de electricitate. Aceasta la trecerea curentului electric atinge o temperatură de 1700—2000° C, topește bara de oțel, iar picăturile străbat stratul de zgură și se solidifică într-o formă metalică răcită cu apă, formînd un lingou care se află conectat la polul pozitiv al sursei de curent electric. Calitatea superioară a lingoului de oțel, astfel obținut, se datorează micșorării conținutului de sulf, oxigen și a incluziunilor nemetalice. Conținutul celorlalte elemente chimice rămîne același.

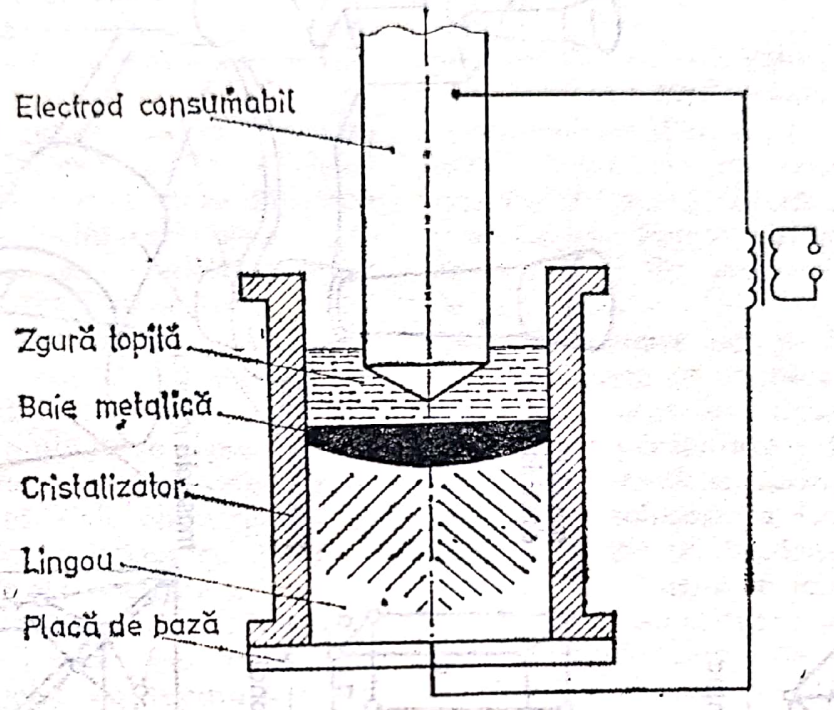
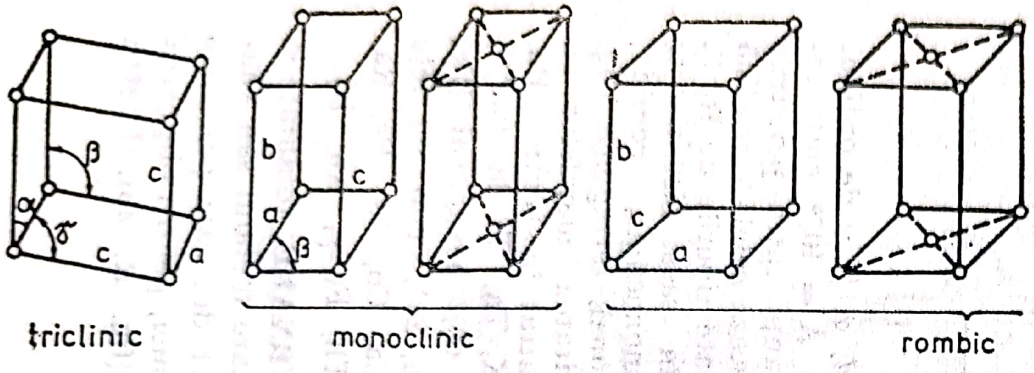



**Fig. R. 21.**

**REȚEA CRISTALINĂ** (a materialelor metalice), așezare relativă a particulelor componente (atomi, ioni) ale unui cristal în spațiu. Este definită prin noțiunile de *celulă cristalină elementară* (cel mai mic complex de atomi sau ioni prin repetarea căruia în spațiu rezultă **R. C.**) și de *parametrii (constantele) rețelei* (mărimi de bază: $a$, $b$, $c$, $d$, $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ de ordinul angstromilor ($1\ \text{Å} = 10^{-8}$ cm), reprezentînd distanța între planurile paralele ce formează celula cristalină elementară). Toate tipurile de **R. C.** sînt cuprinse în șase sisteme de bază: cubic, monoclinic, rombic, triclinic, hexagonal, tetragonal (fig. R. 22). Majoritatea metalelor au **R. C.:** cub centrat în spațiu (Ba, V, W, Fe $\alpha$, K, Ta, Ti la 900°C, Zn, Zr la 867° C), hexagonal (Be, Cd, Mg, Ti, Zn, Zr), cub cu fețe centrate (Al, Ca, Co, Ni, Pt, Ra, Pb, Ag, Sr, Th, Fe $\gamma$, Au, Ir).

**REȚEA DE TURNARE,** totalitate a canalelor prin care metalul sau aliajul lichid turnat din oală pătrunde în cavitatea formei, pentru obținerea piesei turnate (fig. R. 23). Pentru



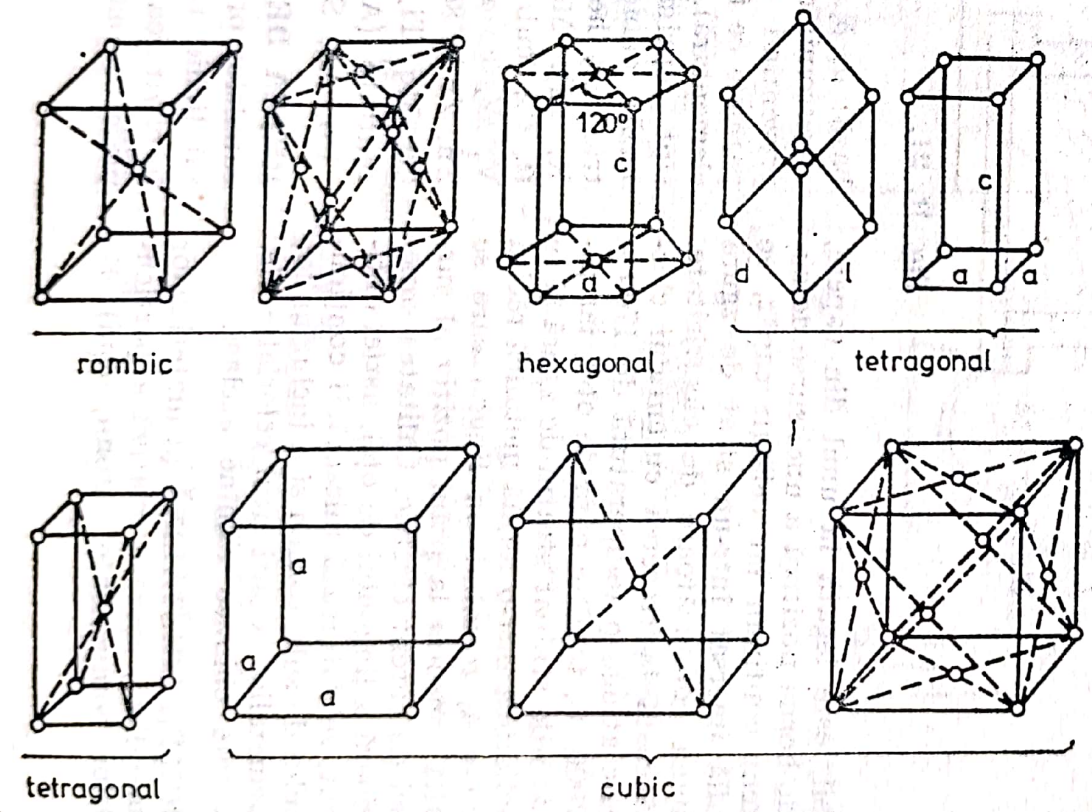




Fig. R. 22.

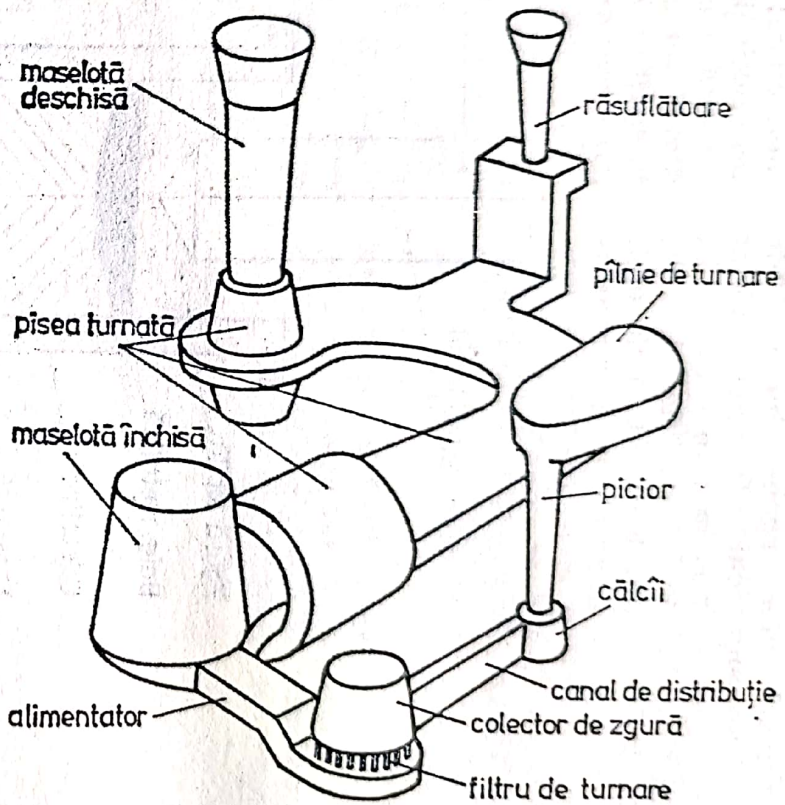



Fig. R. 23.

a asigura obținerea de piese turnate fără defecte **R. de T.** trebuie să asigure umplerea uniformă, rapidă, liniștită (fără turbioane), fără străngulări și întrerupere a vînei de metal lichid, pentru a evita intrarea aerului, gazelor (degajate din formă și miez) și incluziunilor și, de asemenea, contracția liberă a piesei turnate.

**alimentatorul** (unul sau mai multe) este canalul de secțiune trapez isoscel cu înălțimea mai mare sau mai mică, triunghi echilateral sau semicircular prin care metalul lichid intră în cavitatea formei. În fig. R. 24 se prezintă tipuri de **R. de T.** Secțiunile canalelor pot să se succeadă ca mărime în ordine crescîndă, în acest caz rețeaua numindu-se *rețea convergentă* sau descrescîndă, numindu-se *rețea divergentă*. Cele convergente se folosesc în cazul aliajelor cu tendință mică de a forma incluziuni oxidice la trecerea prin rețea (fontă, bronzuri cu staniu ș.a.), iar cele divergente în cazul aliajelor cu tendință mare de a forma incluziuni oxidice (aliaje de Al, de Mg, bronzuri cu aluminiu ș.a.). Raportul între suprafețele secțiunilor elementelor rețelei diferă funcție de tipul aliajului (tabelul 24).

**canalul de distribuție** este canalul prin care se dirijează metalul lichid spre alimentatoare, frînînd deplasarea acestuia și prin aceasta micșorînd tendința de impurificare cu incluziuni nemetalice (în general, oxidice, datorită prezenței oxigenului din aer). În general are secțiune trapezoidală și, mai rar, profilată.

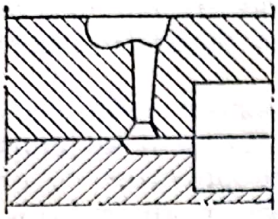
**colectorul și filtrul de zgură** sînt elemente care au rol de a împiedica pătrunderea incluziunilor nemetalice în cavitatea formei. Colectorul are formă tronconică și este astfel calculat încît să se poată umple, permițînd ridicarea incluziunilor, mai ușoare ca metalul lichid, deasupra, metalul lichid curat trecînd mai departe, în filtru sau direct în alimentator.

**filtrul de turnare** este o piesă executată din amestec rezistent la temperaturi înalte. Este prevăzut cu orificii și are legătură cu alimentatorul (fig. R. 25).

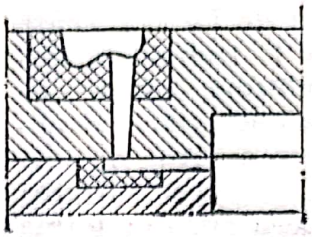
**piciorul de turnare** este canalul care face legătura între pîlnia de turnare și canalul de distribuție. Este în general drept, de secțiune circulară, mai rar dreptunghiulară sau patrată. (La aliajele foarte oxidabile, ca de ex.: de Al și Mg, poate fi și în formă de serpentină.)

**pîlnia de turnare** este primul element al rețelei care ia contact cu metalul lichid din oală la turnare. În fig. R. 26 sînt prezentate diferite tipuri de **p. de t.** (cupă și bazin). *Cupele de turnare* se folosesc la turnarea aliajelor care nu se oxidează ușor, în piese mici. *Pîlniile* se folosesc în cazul pieselor mici turnate din aliaje ușor oxidabile (aliaje de Al, Mg etc.) iar *bazinele* se folosesc la turnarea pieselor mari.

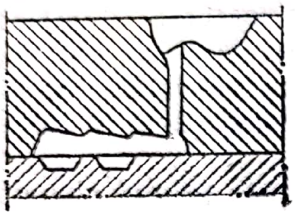
*Îndepărtarea* **R. de T.** *și a adaosurilor tehnologice* (maselote, răsuflătoare ș.a.) de la piesele turnate se realizează prin tăiere, manual (în general, cu ciocan pneumatic prevăzut cu daltă, acționat manual), mecanizat, cu oxigen și arc electric sau cu plasmă. *Tăierea mecanizată* se realizează cu cuțite, ferăstraie sau discuri abrazive montate la prese sau instalații tip ferăstrău cu cap deplasabil prin translație. Cuțitele se montează pe prese cu excentric sau cu șurub. În fig. R. 27 este reprezentată o presă de 600 N (60 tf) pentru tăierea **R. de T.** ale pieselor din aliaje neferoase, $R_t \leqslant 200$ N/mm² (20 kgf/mm²), sau fontă maleabilă, cu secțiune de max. 50 × 50 mm, la frecvența de 50 tăieturi/min. Tăierea se realizează prin deplasarea cuțitului mobil, cu cursă



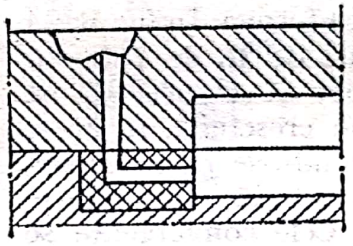
Piese cu înălțimea mică
Diferite aliaje



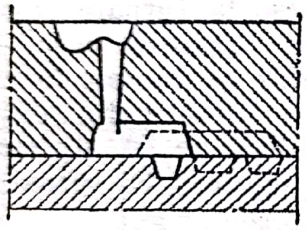
Cu rețea în miezuri
Piese mari
Diferite aliaje



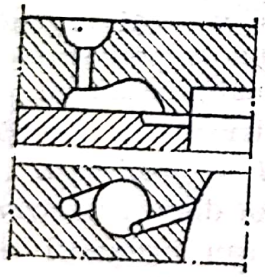
Diferite piese
Diferite aliaje



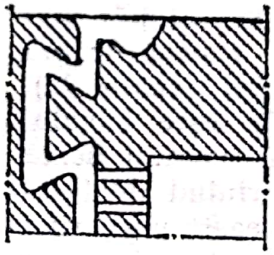
Cu alimentator plasat în miez
Piese cu suprafață și înălțime mare
Diferite aliaje



Cu colector de zgură turbionar
Diferite piese turnate

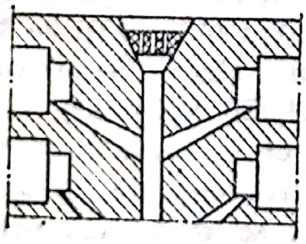


Fontă maleabilă și aliaje neferoase
Cu alimentatoare tangențiale

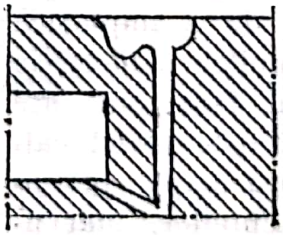


În cascadă
Diferite piese turnate
În special aliaje neferoase

ORIZONTALE, cu frînarea deplasării metalului lichid

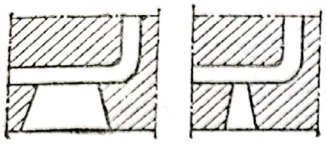


Tip cu sifon înclinat
Diferite piese mici
în special aliaje de cupru

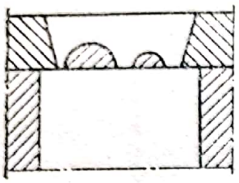


Tip cu cascadă înclinată
Piese cu suprafețe mari
Diferite aliaje

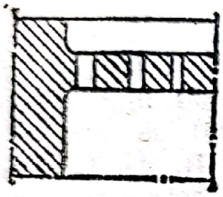
**Fig. R. 24.**



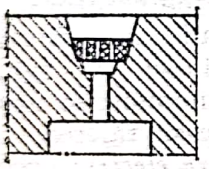
Tip pană
Piese cu pereți subțiri
Fontă cenușie lamelară



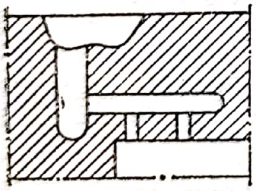
Tip pană ramificată
Piese cu pereți subțiri
Fontă cenușie lamelară



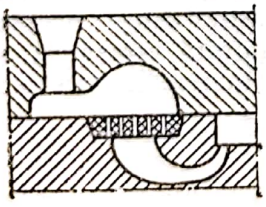
Tip în ploaie
Piese cu forme de corpuri de revoluție (bucșe, cilindri etc.)
Fontă cenușie lamelară sau nodulară, aliaje de cupru



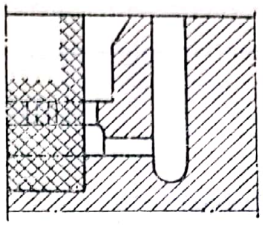
Tip în ploaie cu filtru
În special roți de transmisie de mărime medie cu alimentator în butuc



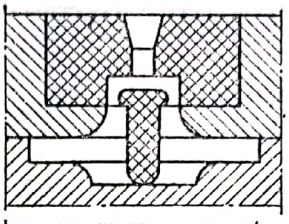
Tip în ploaie cu canal de distribuție
Cilindri, bucșe
Fonte de grafit lamelar sau nodular și aliaje de cupru



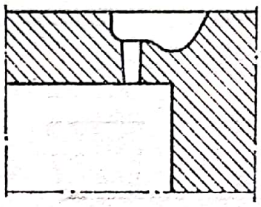
Tip corn, cu colector de zgură
Bucșe, roți dințate, nu prea înalte etc.
Fonte și aliaje de cupru



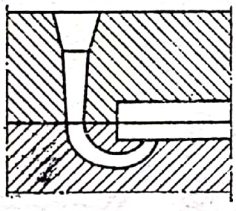
Tip în sifon cu canal de distribuție
Bucșe, cilindri
Fonte



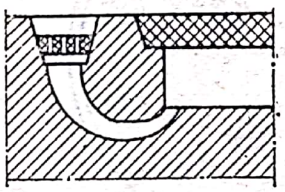
Tip inelar
Bucșe, roți, cilindri etc.
Fontă cenușie lamelară sau nodulară



Tip direct
Piese simple
Fontă cenușie lamelară

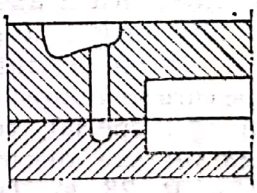


Tip corn
Bucșe, roți dințate etc., nu prea înalte
Fontă cenușie lamelară

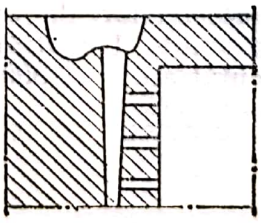


Tip corn, cu filtru
Bucșe, roți dințate etc., nu prea înalte
Fontă cenușie lamelară, nodulară și aliaje de cupru

**Înclinate**, fără frînarea deplasării metalului lichid



Tip simplu, fără canal de distribuție
Piese mici și simple
În special fonte cu grafit lamelar



Tip cascacă
Piese grele și înalte
Fontă cu grafit lamelar sau nodular, oțel

*Tabelul 24*

| | *Alimentator* | *Canal de distribuție* | *Spicior* |
|---|---|---|---|
| Fontă cenușie înalt aliată | 1 | 1,1—1,4 | 1,2—1,6 |
| Fontă maleabilă | 1 | 1,0—1,2 | 1,0—1,3 |
| Oțel | 1 | 1,0—1,2 | 1 |
| Aliaje de cupru | 1 | 2 | 1 |
| Bronzuri cu Al | 2—4 | 2—4 | 1 |
| Aliaje de Al | 2—6 | 1,2—2 | 1 |
| Aliaje de Mg | 2—4 | 2—4 | 1 |

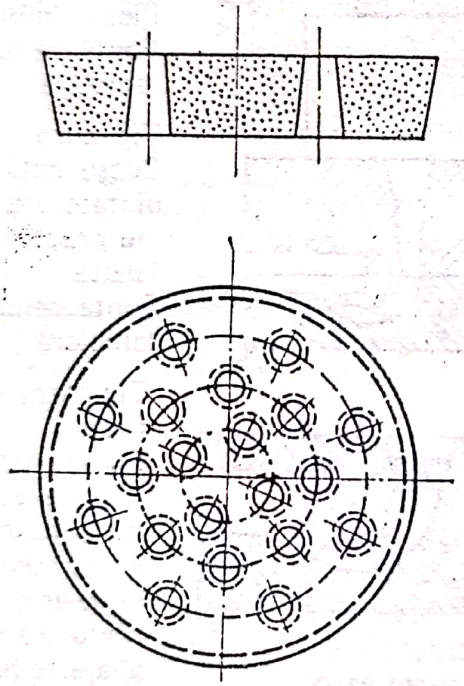
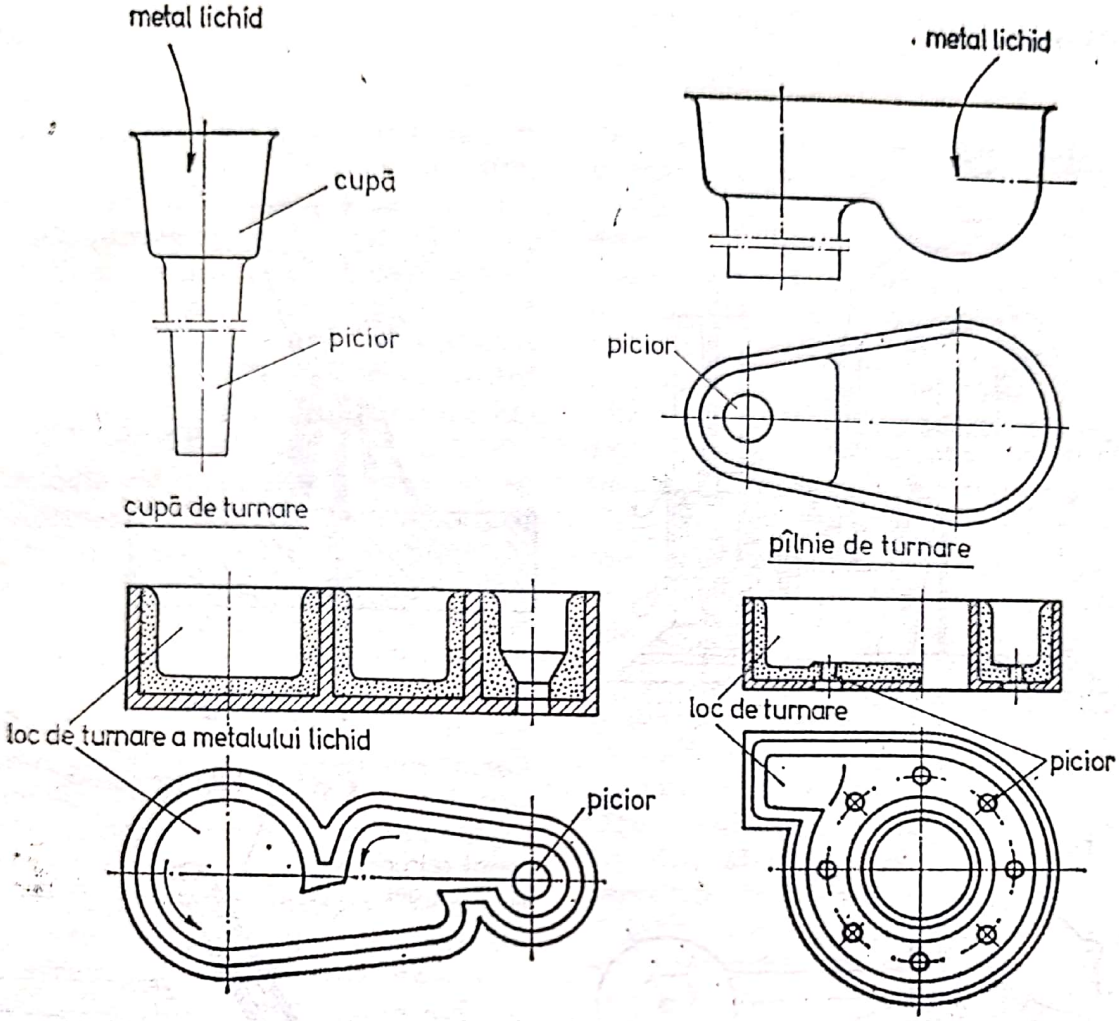


**Fig. R. 25.**

limitată de partea excentrică a axului, acționat prin intermediul unui angrenaj. În fig. R. 28 se prezintă tipuri de instalații pe care se montează ferăstraie-disc (din oțel special, refractar) (fig. R. 28, *a*) sau discuri abrazive speciale (fig. R. 28, *b*). *Instalația cu ferăstrău-disc* se utilizează pentru tăierea maselotelor de oțel și, în special, de fontă. Ferăstrăul-disc la tipul prezentat are $\Phi = 500—1300$ mm, grosimea $g = 6$ mm și $n = 6\,500$ rot./min. *Instalația cu disc abraziv* ($\Phi = 200—400$ mm și grosimea $g = 4—6$ mm) se utilizează pentru îndepărtarea **R. de T.** *Tăierea cu flacără* este cel mai folosit procedeu pentru îndepărtarea rețelei de turnare și a maselotei din oțeluri. Pentru tăiere locul respectiv se preîncălzește prin ardere de amestec oxigen-acetilenă la temperatura la care materialul metalic se oxidează intens, transformîndu-se în zgură (fig. R. 29). În acel moment se insuflă oxigen, realizîndu-se tăierea. La *tăierea cu oxigen și arc electric* preîncălzirea locală se realizează cu arc electric generat de un electrod tubular de oțel izolat termic la exterior, iar tăierea, cu jet de oxigen debitat prin tubul-electrod de oțel (fig. R. 30). În ultima perioadă s-au construit instalații numite *plasmotroane* cu care se face *tăierea cu plasmă* a unor grosimi mari și foarte mari de materiale metalice.

**REVENIRE,** tratament termic aplicat aliajelor călite (în special, oțelurilor) constînd dintr-o reîncălzire la o temperatură sub domeniul de transformare, menținere la această temperatură un anumit timp, urmată de răcire cu o anumită viteză. **R.** se aplică pentru obținerea caracteristi-




bazin de turnare

**Fig. R. 26.**

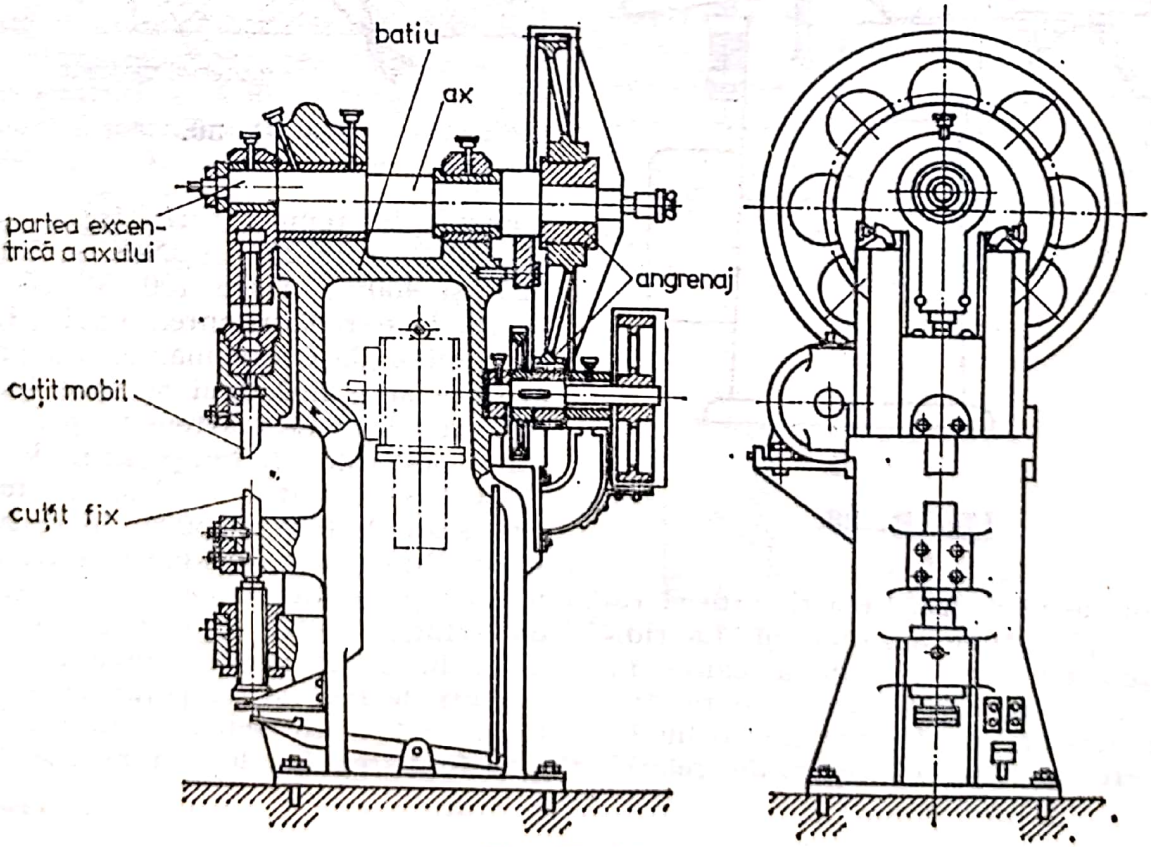
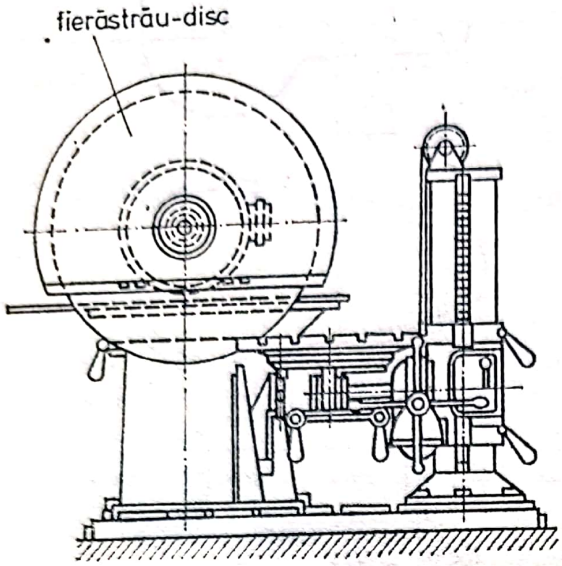
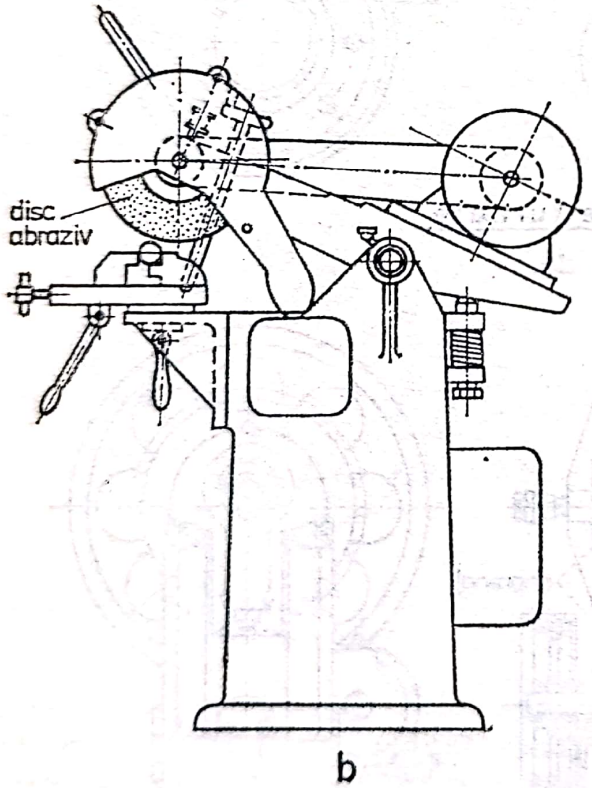



**Fig. R. 27.**




a




b

Fig. R. 28.

cilor de rezistență, plasticitate și rezilienţă optime ale oțelului. La ridicarea temperaturii piesei călite în vederea **R.** schimbarea proprietăților acesteia are loc treptat; o modificare are loc în intervale relativ

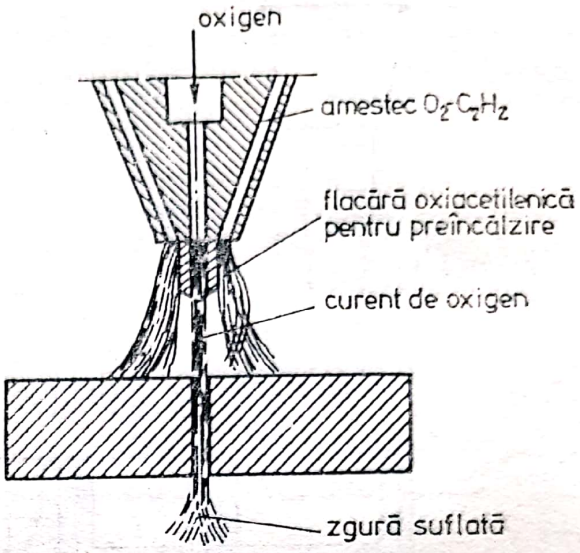



Fig. R. 29.

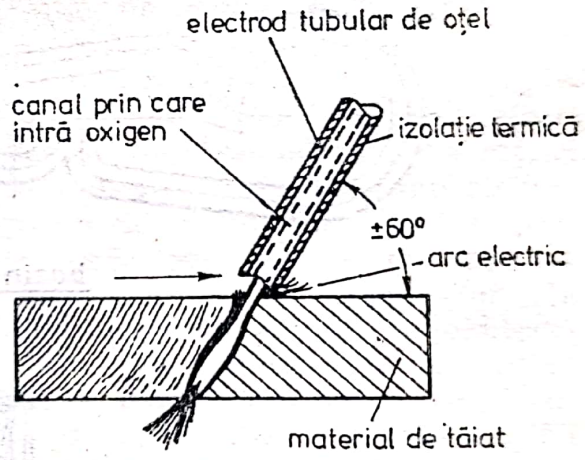



Fig. R. 30.

înguste de temperaturi: între 100 și 150°C, între 250 și 350°C și între 325 și 400°C. Între 100 și 200°C se produce redistribuirea unei părți a atomilor de C din martensită prin dirijare spre dislocații și spre limitele cristalelor de martensită și separarea carburilor de temperaturi joase ($Fe_5C_2$). Conținutul de C al martensitei scade la 0,25—0,30%. Între 200 și 300°C austenita reziduală se transformă prin difuziune în amestec de soluție solidă suprasaturată de C în Fe α (martensită revenită) și carburi de fier de temperaturi joase (peste 300°C se separă cementită); transformarea are loc cu mărire de

volum, care este cu atît mai mare cu cît este mai mare cantitatea de austenită reziduală transformată. La oțelurile aliate cu Cr, Mo, W, V, Co și Si acest interval se deplasează către temperaturi mai înalte. Între 300 și 400°C se produce precipitarea cementitei, cu scăderea conținutului de C al martensitei către concentrațiile corespunzătoare feritei. La 400°C particulele de cementită cresc și se sferoidizează rezultînd în structură sorbită în care particulele sferoidizate sînt submicroscopice. La aceste temperaturi tensiunile sînt aproape complet eliminate. În oțelurile cu Mo, W, V în intervalul 450—550° C se observă separarea de particule de carburi ale acestor elemente în formă dispersă, ceea ce provoacă așa-numita durificare secundară. Spre deosebire de cementita obținută la răcirea continuă a austenitei în intervalul perlitic, de formă lamelară, cementita structurii de revenire este globulară. Cu ridicarea *temperaturii de revenire* duritatea și rezistența oțelului călit scad, iar plasticitatea și reziliența cresc. O comportare anormală a unor oțeluri este fragilitatea de revenire, care poate apărea la temperaturi de 250°C (fragilitate de revenire joasă) ca urmare a transformării prin **R.** a austenitei reziduale și la temperaturi de 450—600° C (fragilitate de revenire înaltă), în cazul răcirii lente de la temperatura de revenire. Funcție de temperatura la care se efectuează **R.** poate fi: joasă (100—200°C), medie (350—450°C) și înaltă (450—650°C). *Revenirea joasă* se aplică la oțelurile de scule, de construcții (pentru cementare) și de înaltă rezistență. *Revenirea medie* se aplică la arcuri și resoarte, obținîndu-se structuri care asigură cea mai bună îmbinare între înaltă elasticitate și înaltă duritate. *Revenirea înaltă* se aplică pieselor de mașini supuse la încercări dinamice și la vibrații și sculelor de oțel la care se cere înaltă plasticitate.

**REZILIENȚĂ,** rezistență de rupere a materialelor prin șoc (sarcini care se aplică instantaneu), constituie o mărime pentru caracterizarea tenacității, respectiv, a fragilității metalelor sau aliajelor. **R.,** $K$, reprezintă raportul dintre energia, $W$, necesară ruperii unei epruvete, confecționată din materialul de încercat și secțiunea epruvetei, $S_0$, adică $K = W/S_0$ și se exprimă în kgf · m/cm² sau dJ/cm². Metoda pentru determinarea **R.** a fost standardizată.

**Încercarea de reziliență,** (fig. R. 31), constă în ruperea dintr-o singură lovitură, deci la șoc singular, cu un ciocan-pendul (fig. R. 32) a unei epruvete crestate la mijloc, așezată pe două reazeme. Se determină energia consumată la rupere. Cuțitul ciocanului avînd un unghi de 30° între

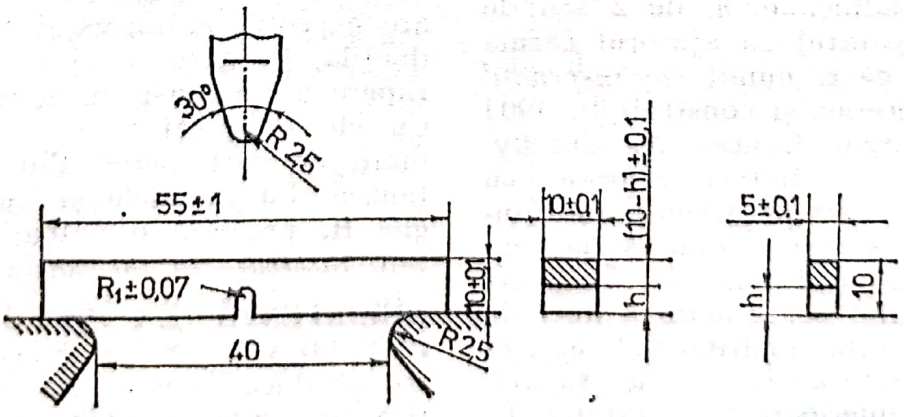



Fig. R. 31.

cele două fețe va lovi epruveta pe fața opusă crestăturii. Distanța între cele două reazeme este de 40 mm. Epruveta va fi încercată numai o singură dată. Dacă nu se rupe dintr-o singură lovitură, ci este numai deformată, se repetă încercarea cu o nouă epruvetă folosind un ciocan de o greutate mai mare. Epruvetele utilizate la încercarea de reziliență se confecționează prin așchiere. Au lungimea de 55 mm și secțiunea de formă patrată, cu latura de 10 mm sau de formă dreptunghiulară cu lățimea, $b$, de 5 mm. Crestătura poate avea forma U sau V, metoda de încercare și aparatura fiind aceleași. Crestătura U se execută prin găurire iar crestătura V se realizează numai prin frezare. Cele două fețe ale crestăturii în V trebuie să formeze, între ele, un unghi de 45°. Crestăturile au, de regulă, o adîncime, $h$, de 2 sau de 5 mm. Aparatul cu ajutorul căruia se face **î. de r.** numit *ciocan-pendul* a fost conceput și construit în 1901 de metalurgul francez A. Charpy. Este alcătuit dintr-un ciocan, cu masa $G$, montat pe o tije avînd lungimea $l$, prin intermediul căreia pendulează în jurul unui ax. În acest mod ciocanul poate acționa liber de la o anumită înălțime $H$ asupra unei epruvete așezată pe un suport, la partea inferioară a aparatului. În urma lovirii epruvetei, ciocanul își consumă o parte din energia potențială și își continuă mișcarea pînă în poziția $H_1$. Diferența dintre energiile potențiale ale ciocanului în poziția inițială și finală constituie energia de rupere a epruvetei și se determină, după relația:

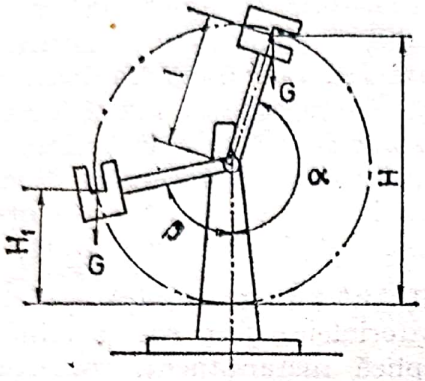



Fig. R. 32.

$$W = G(H - H_1) = G \cdot l\,(\cos\beta - \cos\alpha).$$

Sînt neglijate pierderile de energie (prin frecare) care intervin în cursul determinării. Aparatele actuale pentru **î. de r.** sînt prevăzute cu un dispozitiv care permite citirea directă a lucrului mecanic efectuat la ruperea epruvetei. Ciocanele-pendul standard au energia de 30 kgf · m, la o viteză de lovire de 5 m/s. Raportînd energia consumată pentru ruperea epruvetei la secțiune se obține valoarea **R.** materialului încercat, care se notează prescurtat cu inițialele $KCU_{n/h/b}$ sau $KCV_{n/h/b}$. Aceste inițiale reprezintă **R.** ($K$), determinată la ciocanul-pendul de tip Charpy ($C$), pe epruvete cu crestătura U sau V, cu un ciocan avînd energia potențială inițială $n$, utilizînd epruvete cu lățimea $b$ și cu adîncimea crestăturii $h$. Nu se specifică $n$, $h$ și $b$ cînd: $n = 30$ kgf · m, $h = 2$ mm iar epruveta are secțiunea pătrată cu latura de 10 mm. În funcție de modul cum se prezintă secțiunea epruvetei după rupere se apreciază că ruperea a fost fragilă, dacă secțiunea are aspectul grăunțos și lucios sau, ductilă, în cazul cînd secțiunea de rupere are un aspect neted și mat. Cu cît **R.** prezintă o valoare mai mare cu atît materialul este mai tenace. La metalele și aliajele fragile **R.** prezintă o valoare scăzută. Sin. *încercare la încovoiere prin șoc.*

**REZISTENȚĂ LA DEFORMAREA PLASTICĂ,** efort unitar necesar pentru producerea unei deformări plastice. Se poate exprima prin raportul dintre forța exterioară care acțio-

nează în scopul obținerii deformării plastice și suprafața de contact normală la această forță și variază în funcție de: natura metalului, temperatură, grad de deformare, viteză de deformare etc. În general, s-a constatat că metalele pure prezintă o **R. la D. P.** mai mică decît a aliajelor, iar dintre aliaje, cea mai scăzută o au aliajele monofazice. Odată cu ridicarea temperaturii, **R. la D. P.** a materialelor metalice scade. Fenomenul s-ar datora, pe de-o parte, creșterii amplitudinii oscilațiilor atomilor din rețeaua cristalină, motiv pentru care aceștia au posibilitatea de a trece ușor dintr-o poziție de echilibru în alta și pe de altă parte, faptului că la temperaturi ridicate, deplasarea grăunților cristalini devine mai ușoară, cu eforturi unitare mai mici. Pentru exemplificare se prezintă în tabelul 25 variația rezistenței la deformare a oțelului OL34 în funcție de temperatură. Cunoașterea **R. la D. P.** a materialelor metalice, la anumite temperaturi, este necesară pentru dimensionarea corectă a instalațiilor cu ajutorul cărora se realizează această operație. **R. la D. P.** se mărește odată cu creșterea gradului de deformare și a vitezei de deformare.

*Tabelul 25*

| Temperatura, °C | 18 | 600 | 900 | 1000 | 1100 | 1300 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rezistența la deformare plastică, daN/mm² | 34 | 8 | 3,1 | 2,1 | 1,6 | 1,0 |

**REZISTENȚĂ LA OBOSEALĂ,** proprietate mecanică a metalelor și aliajelor exprimată prin valoarea maximă a efortului unitar ciclic variabil la care nu se produce ruperea materialului metalic, de forma unei epruvete standard, oricît ar dura solicitarea. Un metal supus unei solicitări repetate (ciclice) și variabile în timp se va rupe la o tensiune (efort unitar) mai mică decît cea necesară pentru a produce ruperea în condiții statice. Ruperile ce apar în condițiile unor solicitări ciclice variabile se numesc *ruperi prin oboseală*, probabil fiindcă s-a observat că în general aceste ruperi apar numai după o durată de serviciu destul de mare. În principiu, **R. la O.** se apreciază după curba tensiune ($\sigma$) — număr de cicluri ($N$), (fig. R. 33), numită și *curba lui Wöhler*, după numele inginerului german care a conceput-o în 1850. Această curbă indică durata de viață a unei epruvete (prin numărul de cicluri $N$ pînă la rupere) în funcție de tensiunea maximă ($\sigma_{max}$) aplicată. Metoda obișnuită pentru determinarea curbei $\sigma - N$, constă în

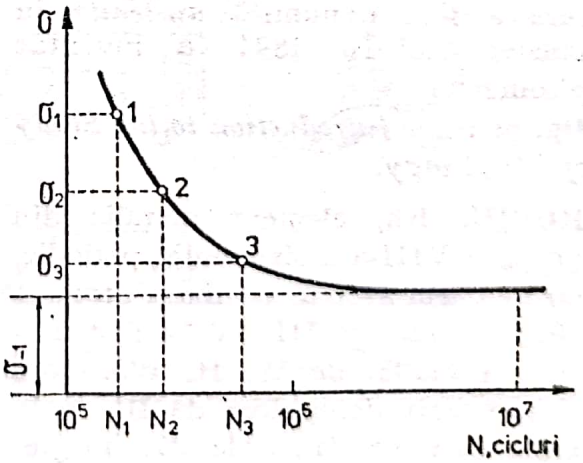



**Fig. R. 33.**

a încerca prima epruvetă la o tensiune suficient de ridicată pentru ca ruperea să apară după un număr redus de cicluri. Tensiunea de încercare se micșorează pentru fiecare epruvetă ce urmează, pînă ce ultima epruvetă nu se mai rupe la oricît de multe cicluri ar fi supusă. Tensiunea la care se constată că epruveta nu s-a rupt se consideră drept **R. la O.** Numărul de cicluri care se ia ca bază pentru determinarea **R. la O.** pentru aliajele feroase este de $10^6$—$10^7$ iar pentru aliajele neferoase de $10^7$—$10^8$. Pentru efectuarea încercării la oboseală, epruvetele sînt supuse de obicei la încovoiere alternantă sau la întindere-compresiune, sarcina variind de la zero la o valoare maximă (constantă) sau de la o valoare negativă la o valoare pozitivă. În cazul cînd încercarea se face la încovoiere alternantă **R. la O.** se notează cu simbolul $\sigma_{-1}$.

**RIZ (ZGÎRIETURĂ FINĂ), ZGÎRIETURĂ.**

**ROBERT-AUSTEN, Sir WILLIAM CHANDLER** (n. 3 mart. 1843, Londra — m. 22 nov. 1902, Londra), metalurg englez. Profesor la Royal School Mines din Londra. Membru al Societății Regale. Cercetări asupra aliajelor. A construit diagrama Fe—C și a stabilit pentru prima dată natura soluției solide de C în Fe $\gamma$ care a fost denumită *austenită* în cinstea sa. În 1891, a inventat pirometrul.

**Op. pr.:** *An Introduction to the Study of Metallurgy.*

**RODIU,** Rh, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 45, masa atomică 102,905, valența III, IV. A fost descoperit (1803) de W. H. Wollaston și a primit denumirea de **R.** de la culoarea unor săruri ale sale (în grecește *rodeos* = roșu). În natură se află în stare liberă în cantități mici. Metal prețios de culoare alb-argintie cu densitatea 12,44 kg/dm³, cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și nu prezintă alte forme alotropice. Are p.t. 1966°C, p.f. 3729° C, căldura masică (la 20°C) 253 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}819 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C)0,0602 $\Omega \cdot mm^2/m$. Din punct de vedere mecanic este un metal mai dur, dar destul de maleabil și ductil, avînd modulul de elasticitate $E=28\,000$ daN/mm². Exceptînd apa regală, nu se dizolvă în nici un acid. La cald se combină cu oxigenul și halogenii (mai puțin reactiv față de fluor). Se utilizează drept catalizator (negru de rodiu) și la fabricarea unor aliaje.

**RODOCROZIT,** $MnCO_3$, carbonat de mangan, cristalizat în sistemul romboedric. Are culoarea roz-roșie, gălbuie, devenind brună prin expunerea îndelungată la aer; pulberea este albă. Este transparent sau translucid. Are duritatea 4 (scara Mohs) și densitatea 3,45—3,60 kg/dm³. Conține 38,3% $CO_2$ și 61,7% MnO. Conține de obicei carbonat de fier, mai rar de calciu, magneziu, zinc sau cobalt. În țara noastră se exploatează la Dognecea, Băița (jud. Bihor), Baia Sprie, Cavnic, Baia de Arieș, Roșia Montană, Vatra Dornei etc. În cantități mari se găsește în U.R.S.S., R.S.C., R. D. Germană, R. F. Germania, Belgia, Irlanda, Franța, S.U.A. Minereurile cu **R.** se folosesc la fabricarea manganului, aliajelor de mangan și a fontelor.

**RODONIT,** Ca $Mn_4$ $[Si_5O_{15}]$, silicat de calciu și mangan, cristalizat în sistemul triclinic. Are culoarea roșie-brun deschisă, roșu de carne, roz; cînd este impur este verzui sau galben; prin oxidare sau expunere în aer devine negru; pulberea este albă.

Scanned with OKEN Scanner

Este translucid, prezintă o duritate de 5,5—6,5 (scara Mohs) și densitatea 3,4—3,68 kg/dm³. Conține 45,9% $SiO_2$ și 54,1% MnO. O parte (în jur de 5%) din MnO poate fi înlocuită prin CaO. Mai poate conține FeO, MgO sau ZnO. Analiza chimică a unor eșantioane de la Iacobeni au arătat: 21,30% Si, 41,66% Mn și 36,98% $O_2$. În țara noastră se mai găsește la Șaru Dornei, Borca, Ocna de Fier, Băița (jud. Bihor) etc. În cantități mari se găsește în Italia, Suedia, U.R.S.S., Finlanda, Australia, S.U.A. etc. Se folosește, în special, la fabricarea manganului și a aliajelor de mangan.

**ROLGANG, CALE CU ROLE.**

**ROSCOELIT,** muscovit în care cea mai mare parte de $Al_2O_3$ este înlocuită prin $V_2O_3$. Se întîlnește în mici cuburi care adesea prezintă o structură stelară sau în evantai. Are duritatea 2,5 (scara Mohs) și densitatea 2,97 kg/dm³. Culoarea este oliv-închis pînă la verde-brun. Se găsește în filoanele cu cuarț aurifer în mina de aur de la El Dorado (California). În cantități mari se întîlnește ca un component principal însoțit și de carnotit într-o gresie verde la San Miguel în Colorado, avînd un conținut de 3,5—5,7% $V_2O_3$. Minereurile cu **R.** se supun operației de concentrare și se folosesc la extragerea vanadiului și la elaborarea aliajelor sale.

**ROTUNJITOR,** sculă folosită în operațiile de forjare liberă pentru întinderea și netezirea suprafețelor rotunde. Este format din două jumătăți. *Rotunjitorul pentru forjarea manuală,* (fig. R. 34, *a*), este prevăzut la partea inferioară cu un cep care se introduce în gaura patrată a nicovalei, iar partea superioară posedă a coadă de lemn cu ajutorul căreia se poate manipula. Pentru realizarea deformării, ciocanul acționează asupra părții superioare. Cele două jumătăți ale rotunjitorului pentru forjarea mecanică (fig. R. 34, *b*) sînt identice și unite între ele cu ajutorul unei tije îndoite. Bucla tijei are rolul de a mări elasticitatea acesteia. În funcție de secțiunea și forma piesei forjate rotunjitorul are diverse profile.

**RUBIDIU,** Rb, element metalic din grupa I-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 37, masa atomică 85,40 valența I. A fost descoperit (1861) de R. W. Bunsen și G. R. Kirchhoff. Metal rar, se găsește în cantități mici în natură alături de potasiu. Are culoarea alb-argintie în tăietură proaspătă, cu luciu metalic ce dispare repede în contact cu aerul. Cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, fără alte forme alotropice. **R.** este un metal moale, are densitatea 1,53 kg/dm³, p.t. 38,7° C, p.f. 713° C și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,126 $\Omega \cdot mm^2/m$. Este foarte reactiv din punct de vedere chimic, combinîndu-se energic cu halogenii. Descompune violent apa și reacționează cu oxigenul și sulful. Se păstrează în vase închise sub un strat de petrol. Este utilizat la fabricarea celulelor fotoelectrice.

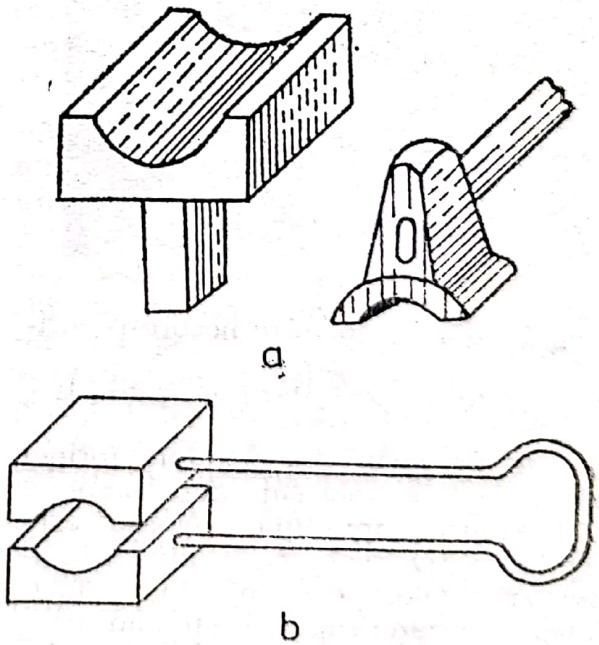



**Fig. R. 34.**

**RUGOZITATE NECORESPUNZĂTOARE,** defect sub formă de suprafață zgrunțuroasă (fig. R. 35) întîlnit la produsele laminate și la piesele prelucrate la cald. Se datorește calității necorespunzătoare a lingoului sau semifabricatului inițial și a sculelor de prelucrare (cilindri, matrițe etc.) în cazul laminatelor și forjatelor și, în general, granulației necorespunzătoare a nisipului din amestecul de formare, în cazul pieselor turnate. În cazul pieselor turnate la suprafața de contact amestec de formare-metal există echilibru între forțele capilare ale amestecului $F_c$, tensiunea superficială a metalului $\sigma_m$ și presiunea metalostatică $p_m$. La $p_m > F_c$ metalul lichid pătrunde între granulele de nisip din peretele formei dînd naștere unei suprafețe rugoase. Adîncimea suprafeței rugoase este aproximativ egală cu a dimensiunilor granulelor de nisip. Cînd adîncimea suprafeței rugoase este mai mare decît aceea a dimensiunilor granulelor de nisip rugozitatea este grosolană.

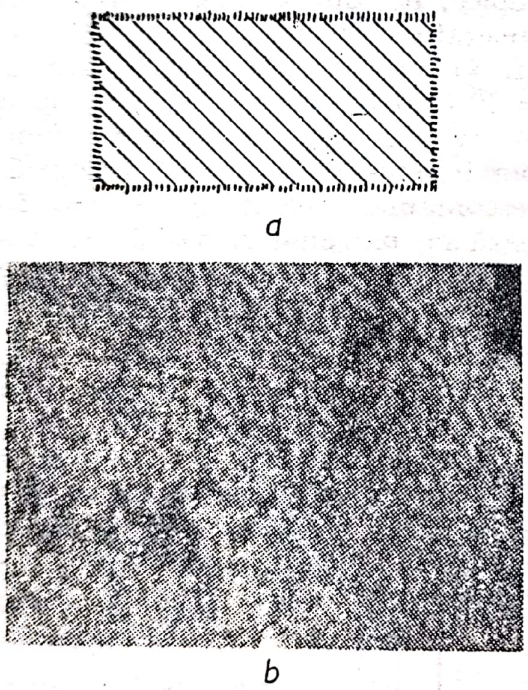


**Fig. R. 35.** Rugozitate necorespunzătoare:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

**RUTENIU,** Ru, element metalic din grupa a VIII-a a sistemului periodic, cu numărul atomic 44, masa atomică 101,97, valența II, III, IV, V, VI, VII, VIII. A fost descoperit (1844) de C. Claus. În natură se găsește în stare nativă în cantități reduse. Metal prețios de culoare alb-argintie, **R.** cristalizează în sistemul hexagonal compact și nu prezintă alte forme alotropice. Are densitatea 12,30 kg/dm³, p.t. 2450°C, p.f. 3727° C, căldura masică (la 20°C) 239 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,076 $\Omega \cdot mm^2/m$. Metal foarte dur și casant (poate fi pulverizat relativ ușor). Prezintă o activitate chimică redusă; nu este atacat de nici un acid, nici chiar de apa regală. La cald se combină destul de ușor cu oxigenul, halogenii, sulful, fosforul și arsenul formînd combinațiile respective. Se utilizează la elaborarea unor aliaje (aliat cu alte metale din familia platinei) folosite la confecționarea penițelor pentru stilouri, acelor pentru aparatele de înregistrat sunete, contactelor electrice etc.

**RUTIL,** $TiO_2$, oxid de titan, cristalizat în sistemul tetragonal. Are duritatea 6—6,5 (scara Mohs) și densitatea 4,2—4,3 kg/dm³. Prezintă culoare brun-roșie, galbenă cu reflexe intense și chiar neagră. Conține 61,15% Ti, 38,85% $O_2$. Cînd conține oxid de fier pînă la 10% se numește *iserin*, iar cînd conține pînă la 30% FeO se numește *nigrin*. Mai poate conține $VO_2$. În țara noastră a fost recunoscut, în asociație cu alte minerale, în Carpații Orientali, Banat, Dobrogea etc. Se găsește și în Norvegia, Finlanda, U.R.S.S., Elveția, Franța, Scoția, Irlanda, Brazilia, S.U.A. etc. Se folosește, în special, la elaborarea ferotitanului, în ceramică ca pigment brun, în telegrafia fără fir ca detector etc.

Scanned with OKEN Scanner

# S

**SABLARE,** procedeu de curățire care constă în dirijarea unui jet de aer comprimat care conține granule de material abraziv (nisip cuarțos sau alice metalice) asupra suprafețelor interioare sau exterioare ale pieselor de curățat pentru îndepărtarea aderențelor (piese turnate), straturilor de oxizi-arsura (piese tratate termic, matrițate etc.) și a altor impurități. În fig. S. 1 se prezintă un tip de aparat pentru curățire cu jet pneumatic abraziv. Aerul comprimat la $p = 2-6$ at intră prin conducta principală *1* și se distribuie la conducta de comprimare *2* a nisipului din rezervorul *3* și la ajutajul *5*. În ajutaj presiunea aerului crește și acestea antrenează nisipul din conducta *6* și apoi din dozatorul *4* în conducta flexibilă (de cauciuc) de lucru și de aici spre piesa de curățat. Nisipul ajunge în pîlnia-tampon *7* în cantitate reglată cu o conductă de reglare *8*. Cantitatea de nisip ajunge în rezervorul *3* prin deschiderea supapei *9*, reglată de arcul *10*, care se deschide numai la o anumită înălțime a nisipului în rezervorul tampon *11*. Pentru a asigura posibilitatea recuperării granulelor abrazive și condiții igienice de lucru aparatele pneumatice se plasează în camere speciale în care piesele se așază pe mese rotative. Procedeul de curățire cu alice metalice (de fontă sau oțel) proiectate în jet pneumatic pe suprafața piesei poartă numele de *sablare cu alice metalice.*

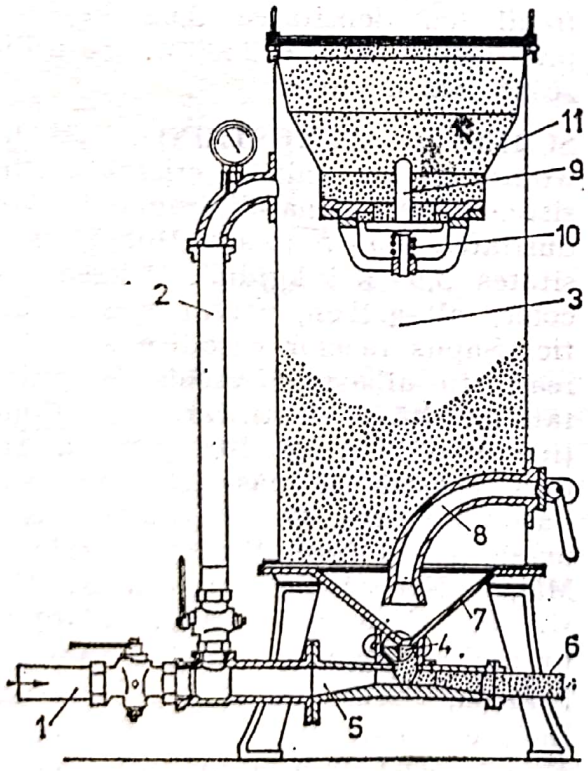



**Fig. S. 1.**

**SAC DE PRAF,** rezervor vertical de formă cilindrică cu capetele conice, utilizat pentru epurarea brută a gazului de furnal (fig. S. 2). Se confecționează din tablă de oțel și se căptușește cu un rînd de cărămizi de șamotă, pentru evitarea condensării vaporilor de apă și a depunerilor pe pereți. Gazul evacuat din furnal este introdus în sac printr-o conductă plasată pe direcția axei lui, care pătrunde pînă la mijlocul părții cilindrice; aici gazul își micșorează brusc viteza și își schimbă direcția ieșind printr-un racord prevăzut în partea conică superioară. Datorită scăderii



Scanned with OKEN Scanner

vitezei, particulele mai mari și mai grele de praf cu granulația cuprinsă între 200—500 μm nu pot fi antrenate de curentul de gaz și se depun, adunîndu-se în spațiul conic de la partea inferioară; de aici sînt evacuate, la anumite intervale de timp, în vagoane de cale ferată și apoi se transportă la aglomerare. Gazul evacuat este supus, în continuare, epurării, în ciclon.

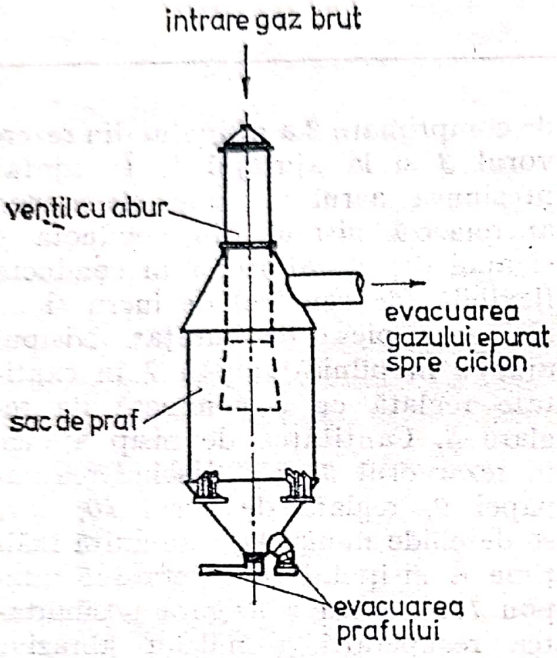



**Fig. S. 2.**

**SAINT-CLAIRE DEVILLE, HENRI ÉTIENNE** (n. 11 mart. 1818, St. Thomas, Indiile de Vest — m. 1 iul. 1881, Boulogne), chimist francez. Profesor la Facultatea de Științe din Besançon, la Școala Normală și la Universitatea din Paris. Membru al Academiei Franceze de Științe. Cercetări fundamentale în domeniile chimiei, mineralogiei, metalurgiei. Contribuții la dezvoltarea metodelor industriale de obținere a aluminiului. În 1854, a elaborat primul procedeu industrial de obținere a aluminiului din clorură de aluminiu topită, anticipînd metoda electrolizei sărurilor topite. A studiat reacțiile care au loc în furnal și a stabilit temperaturile la care acestea au loc. Inventator al cuptorului electric.

**SAMARIN, ALEKSANDR MIHAILOVICI** (n. 1 aug. 1902 — m. 20 mai 1970), metalurg sovietic. Membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. Lucrări în domeniul electrometalurgiei oțelului și feroaliajelor. A studiat bazele fizico-chimice ale desulfurării și dezoxidării oțelului, folosind dezoxidanți complecși. Cercetări asupra naturii zgurelor topite.

**SCANDIU,** Sc, element metalic din grupa a III-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 21, masa atomică 44,956, valența III. A fost descoperit (1879) de L. F. Nilson. În natură se găsește în cantități foarte mici și numai sub formă de combinații chimice în monazit, alături de lantanoide. Cristalizează în sistemul hexagonal compact, fără a mai avea și alte forme alotropice. Este un metal alb-argintiu, foarte fragil, cu densitatea 3,02 kg/dm$^3$, p.t. 1550°C și p.f. 2400°C. Se utilizează foarte puțin.

**SCHEELIT (TUNGSTEIN),** $CaWO_4$, wolframat de calciu, cristalizat în sistemul tetragonal-dipiramidal. Are duritatea 4,5—5 (scara Mohs), densitatea 5,9—6,1 kg/dm$^3$. Adesea incolor, alb-galben, verzui sau roșiatic. Supus razelor catodice se colorează în albastru deschis (proprietate folosită la identificarea lui). Conține 80,6% $WO_3$, 19,4% CaO. În țara noastră se găsește la Borșa, Sasca Montană, Oravița-Ciclova Română, Băița (jud. Bihor), Cavnic și Măgura Neagră. Se găsește în R.S.C., R. D. Germană, Italia, Elveția, Franța, Finlanda, Anglia, Mexic, Brazilia, Coreea de Sud, Tasmania, India etc. Este după wolframit, unul din mineralele importante folosit pentru extragerea wolframului.

Scanned with OKEN Scanner

**SCOARȚĂ,** defect rezultat la turnarea oțelului necalmat sau insuficient degazeificat, format la piciorul lingoului (zona inferioară). Are aspectul unei cruste de oțel, atașată la exteriorul lingoului.

**SCRUBER,** recipient vertical de formă cilindrică, cu capetele tronconice, în care un gaz circulă în contracurent cu apa, pentru ca prin contact să se realizeze o desprăfuire și o răcire a gazului (fig. S. 3). Gazul intră în **S.**

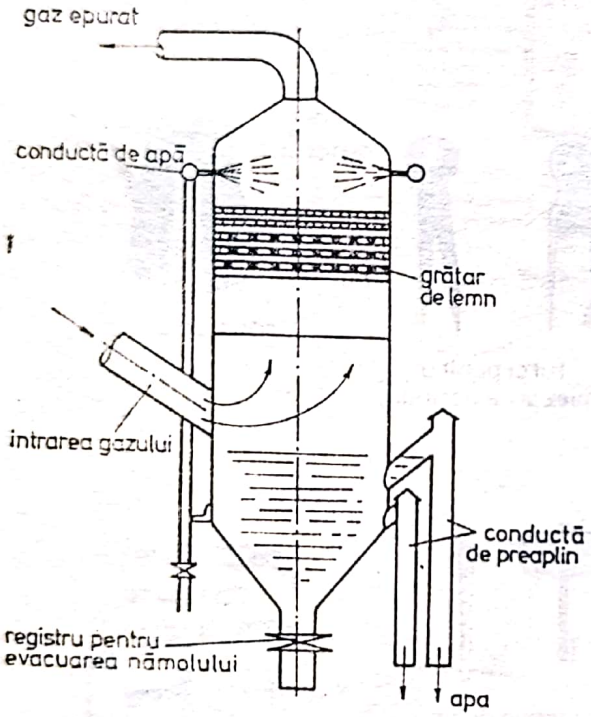



**Fig. S. 3.**

printr-o conductă, pe la partea inferioară și se evacuează pe la partea superioară, iar apa fin pulverizată se introduce la diverse nivele prin injectoare speciale. Se construiesc *scrubere cu umplutură* (grătare din scînduri de lemn, inele Raschig, bucăți de șamotă etc.), în scopul măririi suprafeței de contact dintre apă și gaz, și *scrubere fără umplutură.* **S.** pot lucra în unul sau mai multe etaje. În metalurgie, sînt utilizate, în special, în treapta de epurare semifină a gazului de furnal. La ieșirea din **S.** conținutul în praf al gazului scade pînă la 0,5—1,5 $g/m_n^3$.

**SCULE DE FORMARE,** scule folosite pentru executarea formelor de turnătorie (fig. S. 4). *Lopata de mînă* folosește la operațiile de deplasare a materialelor. Îndesarea amestecului în forme se realizează cu → *bătătoare pneumatice* sau de mînă. *Bătătoarele de mînă* pot fi executate în întregime din oțel sau pot avea sabotul din fontă și coadă din oțel. Sabotul bătătorului poate avea diferite forme corespunzătoare locurilor unde trebuie îndesat materialul (la margini, la mijloc, la colțuri, deasupra) și poate fi plat sau ascuțit. *Troila* servește la netezirea suprafețelor mari ale formei și la săparea adînciturilor în cavitatea formei. *Lanțeta (Es), croșeta* și *netezitoarele* servesc la corectarea conturului formei, croșeta utilizîndu-se în porțiunile în care nu pot fi folosite unelte similare. *Ciocanele de lemn* servesc la dezbaterea modelului din formă, iar cîrligele pentru extragerea acestuia. *Vergelele* servesc pentru executarea de canale de aerisire în formă. *Pensulele* se folosesc pentru umezirea cu apă a amestecului la extragerea modelului sau la reparații, precum și pentru vopsirea formei, *cana de suflat* pentru umezirea și vopsirea formei iar *sacul de pînză* se folosește pentru pudrarea formei cu materiale de izolație.

**SCULE DE MODELĂRIE,** sculele folosite de modelori pentru măsurarea, trasarea sau prelucrarea semifabricatelor de lemn în vederea executării garniturii de model sau de miez (fig. S. 5). Pentru măsurare servesc *metrul de contracție, ruleta* și *șublerul. Metrul pliant de contracție* este format din segmente articulate cu nituri, la distanță de 10 sau 20 cm. Are lungimea de 1 m la care se adaugă lungimea corespunzătoare valorii contracției pe un metru lungime a ma-

Scanned with OKEN Scanner

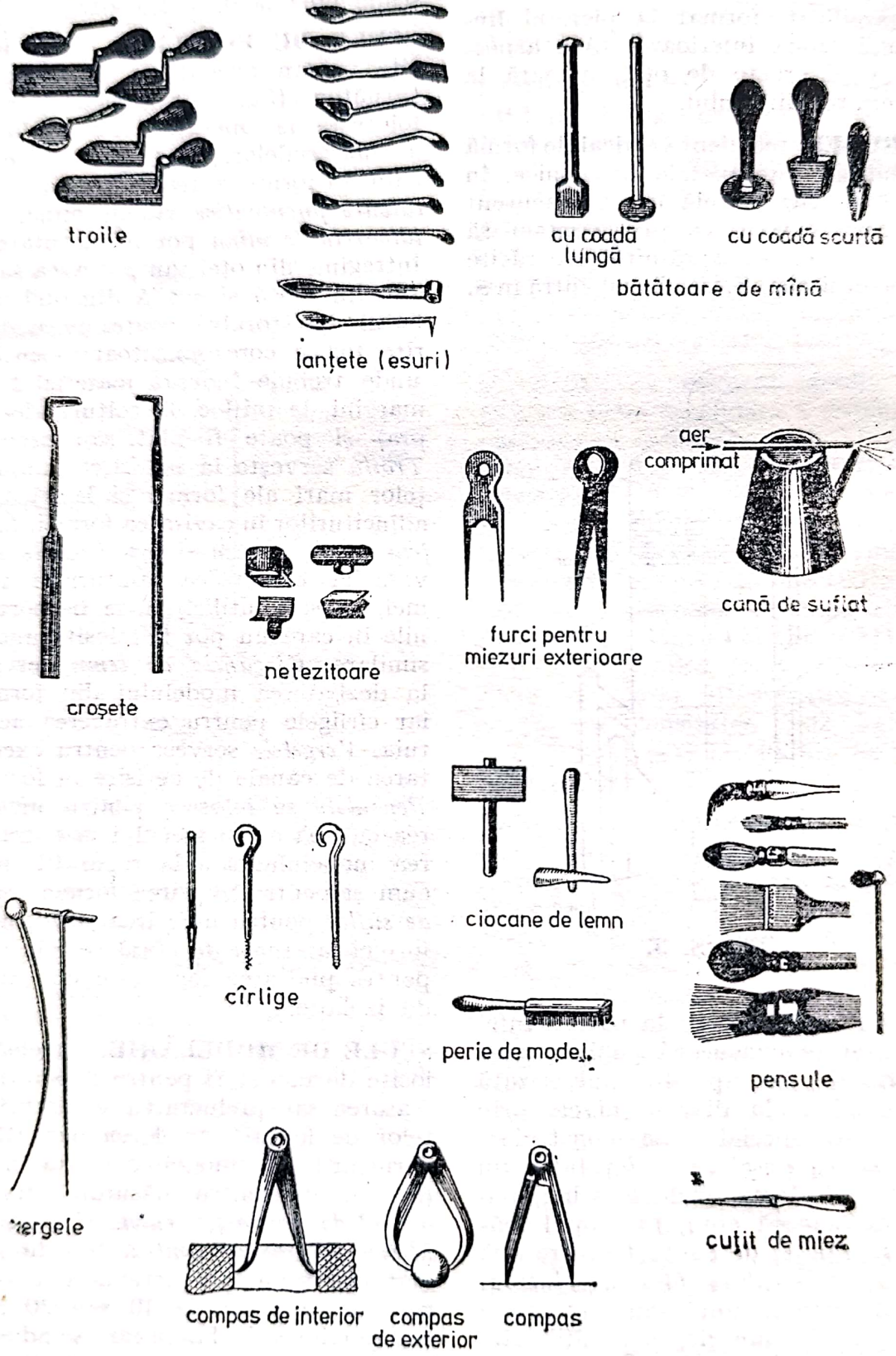
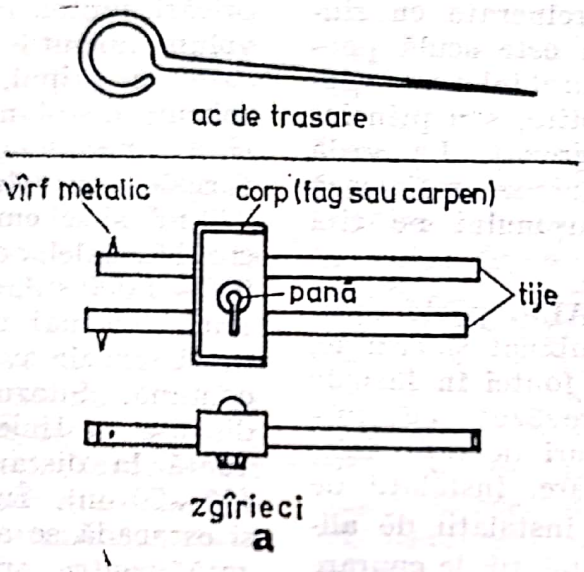

troile
lanțete (esuri)
cu coadă lungă
cu coadă scurtă
bătătoare de mînă
croșete
netezitoare
furci pentru miezuri exterioare
aer comprimat
cană de suflat
cîrlige
ciocane de lemn
perie de model
pensule
compas de interior
compas de exterior
compas
cuțit de miez

Fig. S. 4.

terialului (1; 1,5; 2%); lungimea totală rezultată se divide în 1 000 părți. Pentru trasare se folosesc *acul de trasare*, *zgîrieciul*, *echerul*, *raportorul*, *compasul* de diferite tipuri. Zgîrieciul se folosește la trasarea semnelor paralele cu marginea pieselor și la determinarea lățimilor sau grosimilor pieselor. Vîrfurile zgîrie suprafața lemnului în timpul trasării. Pentru prelucrare se folosesc *ferăstrăul* (tăiere), *rindeaua* pentru netezire



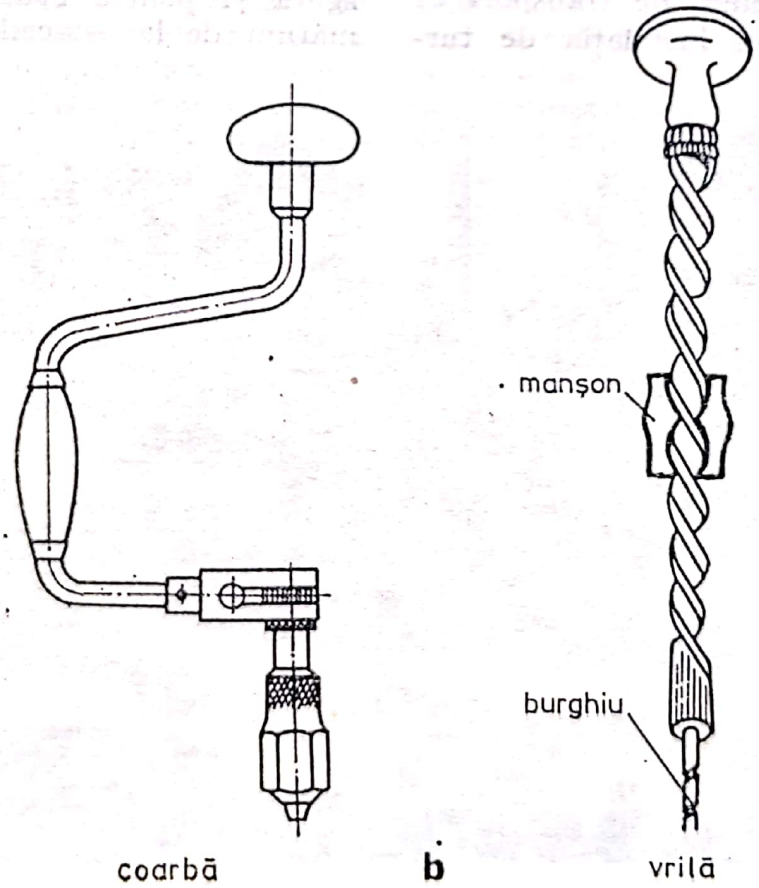




**Fig. S. 5.**

și îndreptare și profilate, *gealăul*, *burghiul*, *coarba*, *vrila*, *dalta* de diferite tipuri. Gealăul este o rindea lungă (600—630 mm), lată (78—81 mm) și relativ înaltă (~ 75 mm) folosită pentru îndreptarea semifabricatelor de lemn pe fețe și canturi, după ce au fost prelucrate cu rindele simple. Coarba este sculă pentru găurire la care burghiul este acționat manual, prin rotire, sau prin intermediul unui angrenaj. La vrilă acționarea burghiului se realizează prin translația manșonului pe tijă în sus și în jos.

**SECȚIE DE FURNALE,** parte componentă a unui combinat siderurgic, destinată elaborării fontei în furnale (fig. S. 6). Este prevăzută cu: furnale, caupere, silozuri de materiale, instalații de încărcare, instalații de alimentare cu aer, instalații de alimentare cu apă, instalații de epurare a gazului, sistemul de transport al fontei și zgurei instalația de turnare a fontei pe bandă și instalația de granulare a zgurei. Se amplasează de obicei în apropierea fabricilor de aglomerare sau peletizare și a uzinei cocsochimice, de la care se alimentează cu aglomerat sau pelete și cu cocs metalurgic, necesare fabricării fontei. În funcție de mărimea volumului util al furnalelor, încărcate cu skipul, s-au adoptat două scheme de plan general al **S. de F.** și anume: schema bloc folosită la furnalele cu volum util pînă la 700—900 m³ și schema insulară folosită în cazul furnalelor cu volum util de peste 900—1 000 m³. *Schema bloc* cuprinde unul sau mai multe blocuri de cîte două furnale avînd o hală de turnare comună. Silozurile de dozare sînt dispuse în linie, într-o estacadă situată la distanță mică de furnale (50—70 m). Între blocul furnalelor și estacadă se află liniile de cale ferată pentru transportul oalelor de zgură și pentru evacuarea cocsului mărunt de la estacadă. De cealaltă

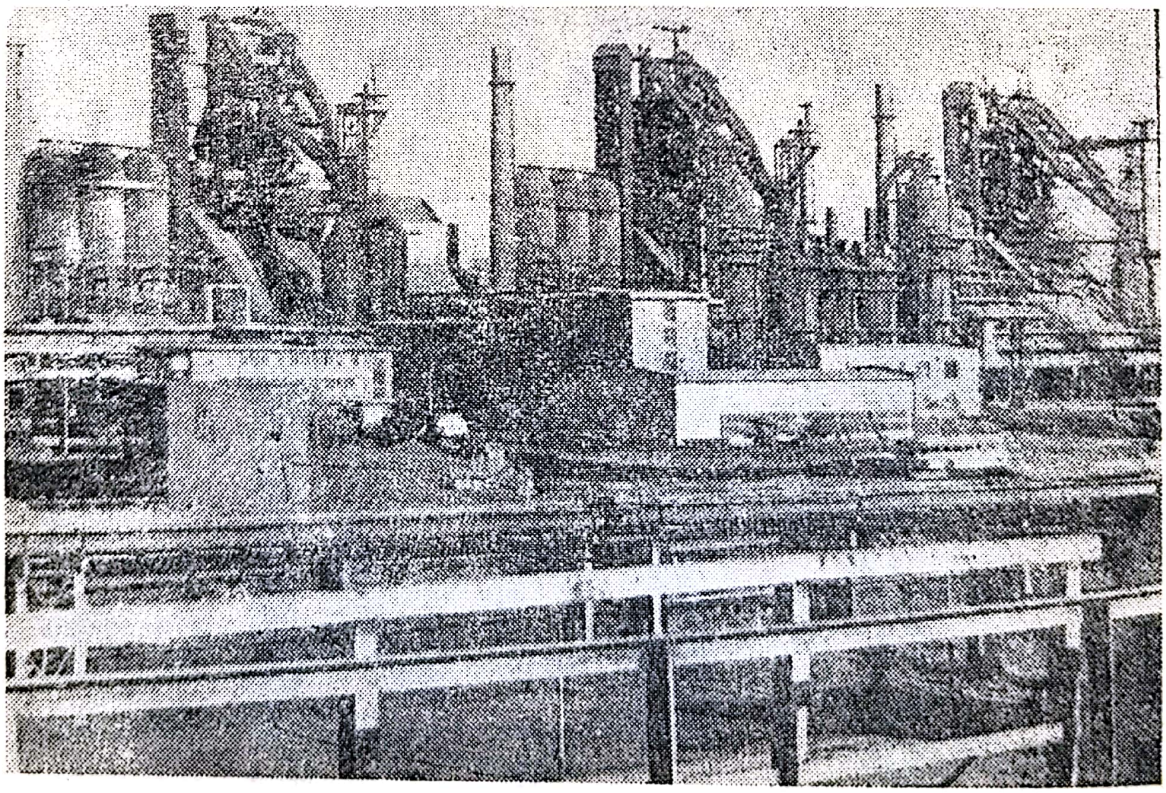


**Fig. S. 6.**

Scanned with OKEN Scanner

parte a blocului furnalelor se află liniile ferate pentru circulația oalelor de fontă și pentru evacuarea prafului de la sacii de praf. În spațiul aflat dincolo de linia sacilor de praf se amplasează instalațiile de epurare semifină și fină a gazului de furnal, stația de suflante și instalațiile de alimentare cu apă. În cazul *schemei insulare* (fig. S. 7), fiecare furnal împreună cu hala de turnare și cauperele reprezintă o grupare independentă, deservită de linii proprii pentru transportul fontei și a zgurei. Această schemă permite elasticitate mai mare în asigurarea transporturilor și deservirea sigură cu oale de fontă și zgură. La furnalele mai moderne, la care aducerea materialelor la gura furnalului se face cu benzi transportoare, dozarea încărcăturii se plasează la distanțe mari de furnale și se preferă construirea de stații de dozare comune pentru două sau mai multe furnale. În toate cazurile → *mașinile de turnat fontă pe bandă* și instalațiile de granulare a zgurei care degajă nocivități (abur cu dioxid de sulf) se amplasează la distanțe mari de furnale, de obicei, pe liniile de ieșire din combinat.

**SECȚIE DE LAMINOARE,** ansamblu de instalații și utilaje având ca scop deformarea plastică prin laminare a materialelor metalice. Corespunzător procesului tehnologic de laminare, o **S. de L.** este formată, în principal, din trei subsecții sau ateliere: atelierul de pregătire unde are loc încălzirea materialelor pînă la temperatura de laminare, atelierul de laminare și atelierul de finisare. Fiecare din aceste ateliere este dotat cu utilaje specializate pentru operațiile respective. Amplasarea utilajelor este astfel concepută încît, materialele metalice care urmează să fie prelucrate prin laminare, să circule într-un flux continuu.

**SEGREGAȚIE,** neomogenitate fizico-chimică în materialele metalice. După natura lor pot fi: carbidice, dendritice sau zonale. *Segregația carbidică* constă în neomogenitatea fizico-chimică a oțelurilor datorită formării în masa metalică de bază a unor acumulări de carburi complexe de Cr, W, V și alte elemente ce formează carburi. Poate fi total înlăturată prin deformare plastică la cald. La aglomerare mare de carburi și deformare plastică cu coroiaje mici apare structura de carburi în șiruri. Pentru înlăturarea acesteia se face deformare la coroiaje mari prin întindere și comprimare repetată. *Segregația dendritică* reprezintă neomogenitatea fizico-chimică a materialelor metalice în interiorul dendritelor și în spațiile dintre acestea. După deformare plastică și recoacere și, uneori, numai după recoacere este total înlăturată. *Segregația zonală* este neomogenitatea fizico-chimică a oțelului în diferite zone ale lingoului, ca o consecință a separării, în timpul solidificării metalului de bază, a elementelor de aliere însoțitoare precum și a gazelor și incluziunilor nemetalice. Piesele forjate din oțel care prezintă acest defect au caracteristici mecanice scăzute. Întrucît nu poate fi eliminată prin tratament termic sau deformare plastică se recomandă prevenirea apariției ei prin respectarea strictă a procesului tehnologic de elaborare și turnare stabilit.

**SEMICOCS,** combustibil solid artificial obținut prin semicarbonizarea cărbunilor (turbă, huile de gaz, șisturi bituminoase etc.) la temperaturi de 500—600°C în cuptoare de semicocsificare. În țara noastră pentru obținerea S. se folosesc cărbuni din Valea Jiului (Petrila, Aninoasa, Lonea) care în stare brută nu pot fi folosiți pentru fabricarea cocsului. Se folosește drept combustibil industrial sau casnic, la cuptoarele

Scanned with OKEN Scanner

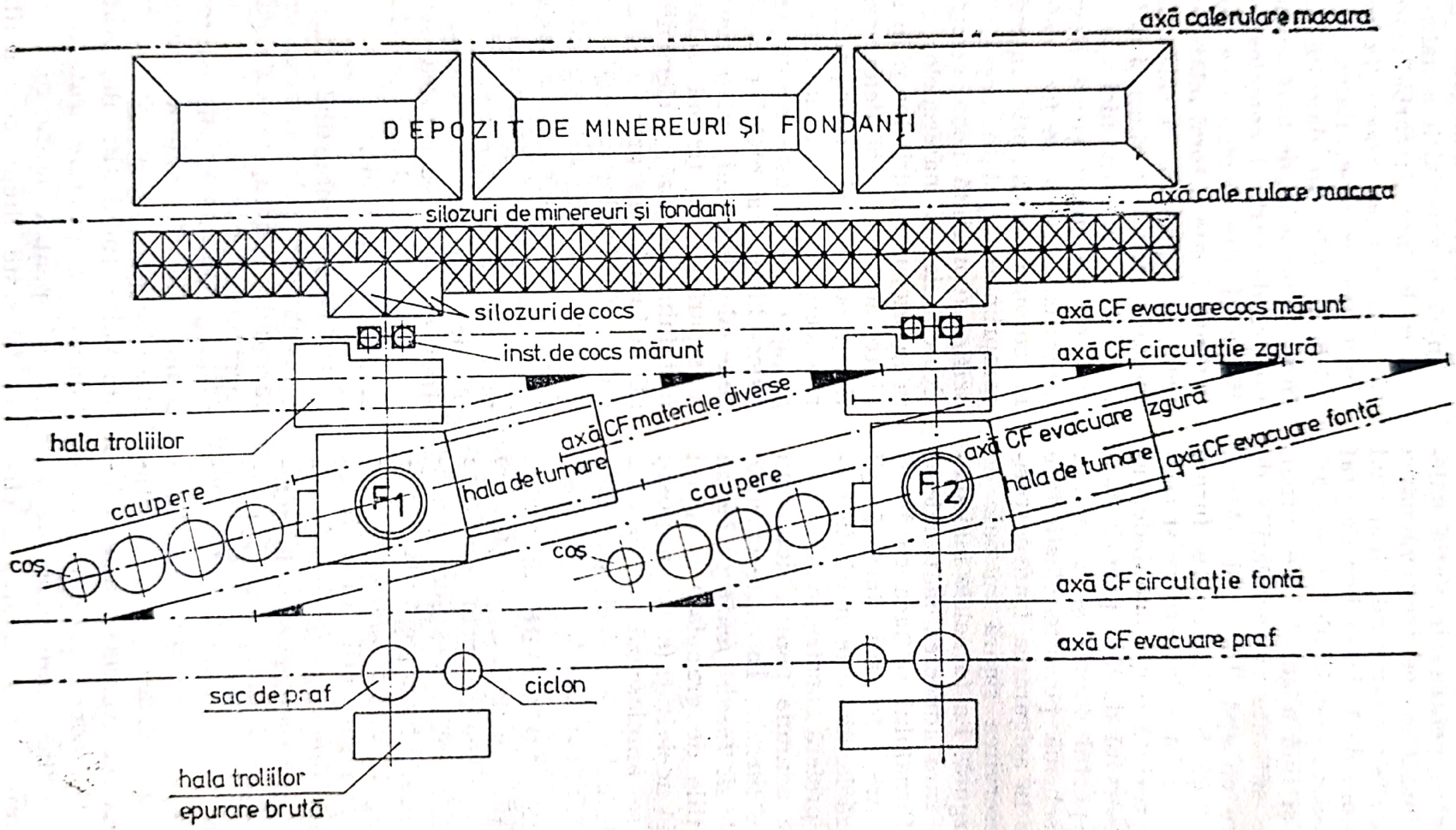

axă cale rulare macara
DEPOZIT DE MINEREURI ȘI FONDANȚI
silozuri de minereuri și fondanți
axă cale rulare macara
silozuri de cocs
axă CF evacuare cocs mărunt
inst. de cocs mărunt
axă CF circulație zgură
hala troliilor
axă CF materiale diverse
hala de turnare
F1
caupere
coș
F2
axă CF evacuare zgură
hala de turnare
axă CF evacuare fontă
caupere
coș
axă CF circulație fontă
axă CF evacuare praf
sac de praf
ciclon
hala troliilor
epurare brută

**Fig. S. 7.**

pentru var și ciment, în procesele de reducere (producerea zincului, carbidului), ca material filtrant și decolorant etc. În industria cocsochimică se utilizează ca adaos degresant la șarjele cu procente ridicate de huile de gaz, în cadrul cocsificării clasice, sau ca materie primă în cadrul diferitelor tehnologii noi de producere a cocsului din cărbuni necocsificabili.

**SEMIMETAL,** element care datorită proprietăților și comportării lui ocupă o poziție intermediară între un metal și un nemetal. Din categoria **S.** fac parte: borul, siliciul, germaniul, arsenul, stibiul, seleniul și telurul. **S.** posedă luciu metalic asemănător metalelor dar au structura cristalină caracteristică nemetalelor. Datorită acesteia, **S.** prezintă conductibilitate electrică și proprietăți mecanice mult inferioare metalelor. Toate **S.** sînt semiconductori, proprietate care se explică prin faptul că deși sînt covalente, legăturile atomice și mobilitatea electronilor au un caracter apropiat de metale.

**SEPARATOR ELECTROMAGNETIC,** mașină de concentrare a minereurilor bazată pe forțele magnetice care acționează asupra acestora la trecerea printr-un cîmp magnetic. Din punct de vedere constructiv pot fi: cilindrice, cu bandă și cu inele.

**separator electromagnetic cilindric,** mașină de concentrare magnetică a minereurilor feroase cu granulația cuprinsă între 5—30 mm. Este format dintr-un cilindru de alamă sau alt metal nemagnetizabil care se rotește în jurul unui ax orizontal. Cîmpul magnetic este produs de mai mulți poli magnetici ficși situați în interiorul cilindrului. Minereul este adus pe suprafața cilindrului fiind antrenat de mișcarea acestuia. În timp ce mineralele diamagnetice alunecă și cad imediat în cutii așezate în apropierea cilindrului, mineralele paramagnetice sînt atrase pe cilindru și rămîn pe suprafața lui, atîta timp, cît se găsesc în cîmpul magnetic format de polii din interiorul cilindrului. Prin rotirea cilindrului ele vor ieși din acest cîmp magnetic și vor cădea în alte cutii special pregătite.

**separator electromagnetic cu bandă,** mașină de concentrare utilizată în special pentru separarea magnetică a minereurilor feroase cu granulația mai mică de 3 mm. Este format dintr-o bandă fără sfîrșit care se rotește pe doi cilindri și care primește la un capăt al ei, materialul supus separării magnetice (fig. S. 8). Deasupra și dedesubtul benzii sînt așezați doi sau mai mulți electromagneți puternici. Electromagneții de deasupra sînt ascuțiți, iar cei de dedesubt au supra-

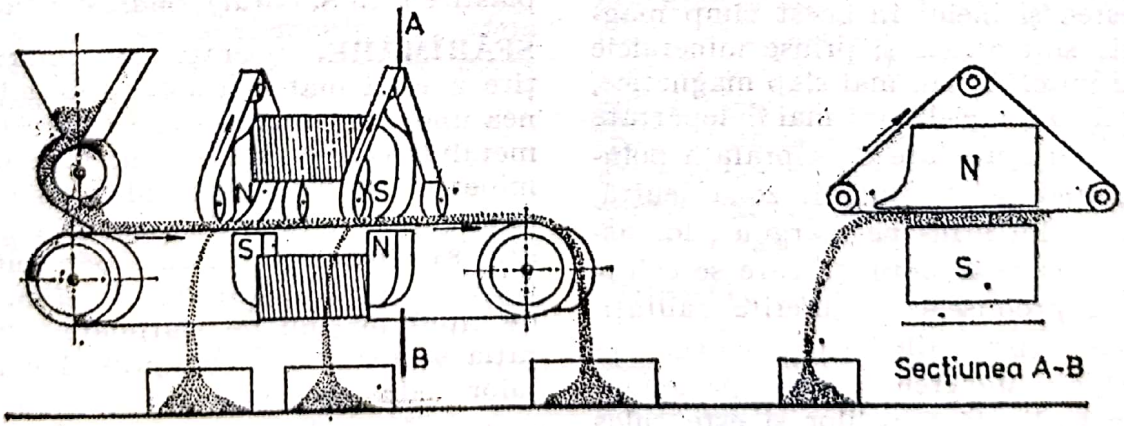



Fig. S. 8.

fața plană. În fața polului electromagnetului superior, perpendicular pe prima bandă, circulă alte benzi fără sfîrșit. Granulele paramagnetice sînt atrase de polii electromagnetului superior, atunci cînd ajung în dreptul lor și rămîn prinse pe partea inferioară a benzilor perpendiculare pe banda de transport. Scoase de acestea din cîmpul magnetic, cad în cutii special pregătite. Granulele diamagnetice rămîn tot timpul pe banda de transport și sînt strînse într-o cutie așezată la capătul ei.

**separator electromagnetic cu inele,** mașină de concentrare utilizată pentru concentrarea magnetică atît pe cale uscată cît și pe cale umedă a minereurilor feroase. Constă dintr-un electromagnet fix cu 4—10 brațe de fier moale care formează polii separatorului și care sînt așezați în așa fel încît doi poli vecini să fie de semn contrar, iar între ei să rămînă o zonă neutră. Deasupra polilor separatorului magnetic ale căror capete sînt tăiate înclinat, pentru ca materialul să poată să se scurgă, sînt prinse 2—4 inele de fier, ascuțite în partea lor inferioară și așezate la distanțe diferite de polii separatorului. Materialul ce urmează a fi separat este adus între polii separatorului și vîrfurile inelelor. Prin faptul că piesa de care sînt prinse inelele se rotește, deasupra polilor se formează un cîmp magnetic între acestea și inele; în acest cîmp magnetic sînt atrase și prinse mineralele mai puternic sau mai slab magnetice, după cum inelele sînt mai îndepărtate sau mai apropiate de suprafața polului. Cînd inelele ajung în zona neutră, materialul prins pe marginea lor ascuțită cade în cutii, în care se colectează produsele de diferite calități, după proprietățile lor magnetice. Sterilul din minereu alunecă pe suprafața înclinată a polilor și este cules în alte cutii.

**SERPENTINĂ,** $Mg_6(OH)_8(Si_4O_{10})$, mineral de magneziu, cristalizat în sistemul monoclinic, de culoare verde-închis, verde-negru sau verde-brun. Are densitatea 2,5—2,6 kg/dm³ și duritatea 3—4 (scara Mohs). Conține 43,0% MgO, 44,1% $SiO_2$ și 12,9% $H_2O$. Sub denumirea de **S.** sînt incluse și alte minerale asemănătoare, care mai conțin fier, aluminiu și crom. Se utilizează ca materie primă în metalurgia magneziului.

**SERPENTINĂ NICHELIFERĂ,** serpentină în care nichelul poate să înlocuiască magneziul pînă la 30%. De obicei, se prezintă în mase de culori verzi de smaragd pînă la brun-șocolatiu, intim concrescute. Se folosește la elaborarea feronichelului.

**SERTIZARE,** procedeu de deformare plastică care urmărește să micșoreze diametrul capătului deschis al unei piese ambutisate, folosind în acest scop o matriță și un poanson inelar. Se folosește în cazul țevilor și, în special, în procedeul de fabricație al tuburilor cartuș. Pentru a nu se produce cute în interiorul piesei este necesar ca raportul între diametrul mediu al piesei, înainte de **S.**, $d_i$ și diametrul mediu al capătului micșorat după **S.**, $d_s$, să fie cuprins între 1,2 și 1,3 $\left(\frac{d_i}{d_s} = 1{,}2-1{,}3\right)$. În fig. S. 9 se prezintă schema deformării plastice prin **S.** *(→ deformare plastică)*.

**SFĂRÎMARE,** operație de mărunțire a unui material solid sub acțiunea unor forțe mecanice. În industria metalurgică se aplică în principal minereurilor, combustibililor solizi și fondanților și se realizează prin presare sau lovire, forța care determină ruperea granulei diferind în funcție de tipul mașinii de sfărîmare. Operația se realizează cu ajutorul mașinilor de concasat *(→ concasor, → moară, → șteamp)* și se caracterizează prin: gradul de sfărîmare, su-

prafața planului de sfărîmare, suprafața specifică obținută prin sfărîmare și energia necesară sfărîmării. *Gradul de sfărîmare*, $n$, este definit prin raportul dintre dimensiunea medie a granulelor înainte de sfărîmare, $D_m$, și dimensiunea medie a granulelor după sfărîmare $d_m$:

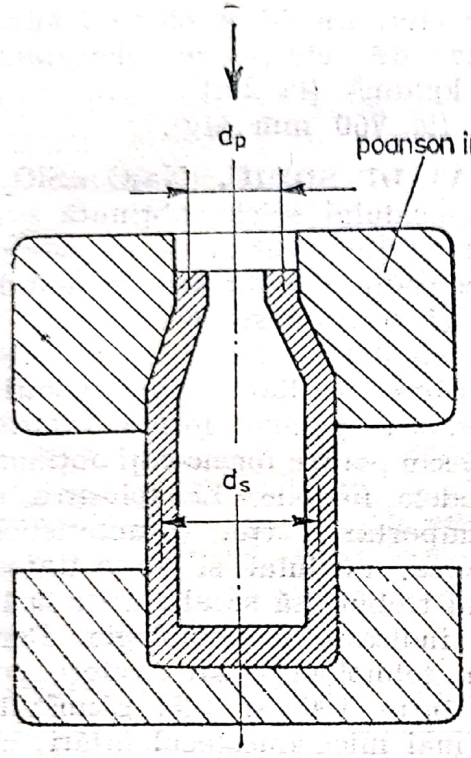



**Fig. S. 9.**

$$n = \frac{D_m}{d_m}.$$

Cunoscînd aceste elemente, *suprafața planului de sfărîmare*, $S$, se poate calcula cu ajutorul relației:

$$S = 3(n - 1)D_m^2.$$

*Suprafața specifică obținută prin sfărîmare*, $s$, este raportul dintre suprafața tuturor granulelor și greutatea lor și se determină cu relația:

$$s = \frac{\alpha}{\gamma d_m},$$

în care $\alpha$ este un coeficient care ține seama de forma granulelor și are valori cuprinse între 6 și 10 pentru granule cu forme neregulate și valori sub 6 pentru granule de formă sferică sau cubică iar $\gamma$, densitatea materialului; $s$ este cu atît mai mare cu cît gradul de sfărîmare are valori mai mari. *Energia necesară sfărîmării*, $W$, este considerabil influențată de natura materialului și se poate evalua cu ajutorul relației:

$$W = \omega \cdot k \cdot \frac{G}{\gamma}\left(\frac{1}{d_m} - \frac{1}{D_m}\right),$$

în care $\omega$ este consumul de energie pe unitate de suprafață de sfărîmare, $k$, coeficient de neuniformitate, care reprezintă raportul dintre suprafața reală de sfărîmare și suprafața ideală, variind în limite largi (1,2—1,7) iar $G$, cantitatea de material supusă **S.**

**SHERARDIZARE** (pron. *șerardizare*), tratament termochimic pentru saturarea suprafeței pieselor metalice cu zinc în scopul creșterii rezistenței la coroziune. Se poate realiza prin: cufundarea pieselor în zinc topit, încălzit pînă la 430 — 460°C, timp de 10—20 s pînă la cîteva minute cu o adîncime a stratului sherardizat obținut de 0,02—0,03 mm; cufundarea pieselor în praf de zinc la 380°C; adîncimea stratului fiind de 0,03—0,04 mm și prin introducerea pieselor în vapori de zinc sub presiune aflați în atmosferă protectoare ($N_2$ asociat cu $H_2$) sau în vid ($p = 10^{-2}$—$10^{-3}$ Torr). **S.** se aplică pieselor pentru utilaj petrolier (prăjini de pompare, diferite aparate etc.) și pentru industria chimică (regeneratoare pentru obținerea amoniacului, a alcoolului metilic ș.a.).

**SIDERIT,** $FeCO_3$, carbonat de fier, cristalizat în sistemul romboedric. Mineral casant cu duritatea 4—4,5 (scara Mohs) și densitatea 3,7—3,9 kg/dm³. Cristalele au culoarea cenușie, galbenă, gri, verde gri, brună

sau brun-roșie, rareori albă; pulberea este albă. Conține 37,9% $CO_2$, 62,1% FeO, 48,3% Fe. De multe ori conține mangan, magneziu, calciu etc. Se disociază la cca 450°C în $Fe_3O_4$ și $CO_2$. De obicei, înainte de utilizarea în furnal se supune operației de prăjire, în urma căreia conținutul în fier crește pînă la 50—55%, iar minereul devine poros, sfărîmicios și foarte ușor reductibil. Lipsit de impurități (fosfor, sulf etc.) și în concentrații mari este unul din cele mai bune minereuri de fier. În țara noastră se găsește la Teliuc, Ghelar, Baia-Sprie, Lueta etc. Zăcăminte importante se găsesc în: Spania (Bilbao), Austria (Stiria), Venezuela, Liberia, Guineea, Gabon. Sin. *sideroză*.

**SIDEROZĂ, SIDERIT.**

**SIEMENS, SIR WILLIAM** (n. 1823, Lenthe, Hanovra — m. 18 nov. 1883), metalurg german stabilit în Anglia (1859). Numeroase invenții și perfecționări tehnice în domeniul cuptoarelor metalurgice și al mașinilor cu abur. În colaborare cu fratele său Friedrich Siemens (1826—1904) a obținut temperaturi înalte la elaborarea oțelului prin recuperarea în regeneratoare a căldurii antrenate de gazele evacuate din cuptor. În 1857 a inventat cuptorul de elaborarea oțelului cu regenerator de căldură. A descoperit metoda de obținere a gazului de gazogen (1861). Inventator al furnalului electric (1879) și al termometrului electric.

**SIGURAL,** aliaj pe bază de cupru, mangan și nichel utilizat în special la fabricarea sculelor așchietoare antiscîntei puternic solicitate. Conține: 20% Mn, 20% Ni și rest % Cu. După deformarea la cald și tratamentul termic, aliajul prezintă următoarele caracteristici mecanice: rezistență de rupere la tracțiune 110 daN/mm²; alungirea 2% și duritatea $HB = 380$. Se poate utiliza și la confecționarea sculelor obișnuite (dălți, clești, șurubelnițe etc.).

**SILICAT DE ETIL,** $(C_2H_5)_4SiO_4$, compus organic obținut prin tratarea cu alcool etilic a $SiCl_4$ rezultat din pulbere de siliciu sau ferosiliciu tratat cu clor. Lichid incolor cu miros specific de eter, cu densitatea 0,933 kg/dm³ (la 20°C), p.f. 160—170°C (la 760 mm Hg).

**SILICAT DE SODIU,** ($Na_2O.nSiO_2$), sare a acidului silicic obținută prin topirea nisipului cuarțos cu carbonat de sodiu. Se dizolvă în apă la 120°C și 6 at presiune obținîndu-se forma solubilă numită *sticlă solubilă*, utilizată ca liant în amestecurile de formare pentru forme întărite cu $CO_2$ sau pentru forme-coji obținute cu modele fuzibile. La folosirea ei sînt importante trei caracteristici: densitatea, modulul și viscozitatea, care nu trebuie să se abată de la limitele indicate în tehnologie. Densitatea tehnologică are valori cuprinse între 1,48 și 1,52 g/cm³; la valori mai mici amestecul întărit cu $CO_2$ nu are rezistență și este friabil iar la valori mai mari apare întărirea rapidă (prematură). Înainte de utilizare se verifică densitatea. Densitatea mai mare decît limita indicată se corectează prin adaos de apă iar densitatea mai mică prin fierberea soluției. Modulul se calculează cu relația $m = \frac{\%SiO_2}{\%Na_2O} \times 1{,}032$, în care 1,032 reprezintă raportul maselor molare ale $SiO_2$ și $Na_2O$. Modulul optim tehnologic are valorile 2,2—2,5. La modul mai mare de 2,5 amestecul se întărește foarte repede după insuflare de $CO_2$, are rezistență prea mare și după menținere mai lungă în aer devine friabil (se sfărîmă ușor); la modul mai mic de 2,2 amestecul devine friabil. Modulul mai mare decît cel normal se poate corecta cu adaos de NaOH (solid sau

soluție). Viscozitatea, $\eta$, caracterizează capacitatea sticlei solubile de a acoperi cît mai complet grăunții de nisip. Cu cît amestecul are viscozitatea mai mare cu atît la prepararea amestecului este necesar un timp mai lung și ca urmare, acesta va avea proprietăți necorespunzătoare.

**SILICE COLOIDALĂ,** liant anorganic sintetic obținut prin înlocuirea ionilor de sodiu din silicatul de sodiu ($Na_2O \cdot SiO_2$) cu ioni de hidrogen. Se obține acid silicic polimerizat sub formă de particule coloidale de $SiO_2$ (160—180 Å). Schimbul ionic se realizează cu rășini speciale. Se utilizează ca liant al nisipului cuarțos în turnătorii, pentru obținerea formelor ceramice trebuind să satisfacă cerințele: $pH = 9—10$; $\rho = 1{,}20—129$ kg/dm³; concentrația 240—250 g $SiO_2$/l și 3,8—4,2 g $Na_2O$/l. Se mai utilizează ca absorbant și catalizator în industria chimică.

**SILICIURI,** combinații chimice ale siliciului cu unele elemente. După caracterul legăturilor pot fi: ionice (cu elemente alcaline sau alcalino-pămîntoase, cu excepția Na și K), covalente (cu B, C, N, O, P, S) și metalice. Se obțin prin încălzirea amestecului de pulbere de siliciu cu elementele respective, prin încălzirea oxizilor metalelor cu siliciu etc. **S.** covalente și metalice sînt stabile la oxidare, la acțiunea acizilor minerali concentrați și la diferite gaze corosive. Ele intră în compoziția materialelor metalo-ceramice refractare. $MoSi_2$ se folosește la fabricarea cuptoarelor cu rezistență care lucrează în aer la 1600°C iar $FeSi_2$, $Fe_3Si_2$ și $Fe_2Si$ intră în compoziția ferosiliciului utilizat ca agent dezoxidant și la alierea oțelurilor. SiC este folosit ca semiconductor.

**SILICIU TEHNIC PUR,** material cu cca 95,5% Si, obținut din cuarț sau cuarțit cu peste 98% $SiO_2$ prin metoda electrotermică, în cuptoare electrice mici (3000—5000 kVA), folosind ca reducător cocs metalurgic, cocs de petrol sau mangal. Se folosește la obținerea unor aliaje neferoase (silumin, bronzuri silicioase etc.).

**SILICOALUMINIU,** feroaliaj folosit pentru dezoxidarea oțelurilor, ca reducător pentru obținerea metalelor și aliajelor, în sudura termică etc. Cînd se folosește ca dezoxidant, poate conține: 20% Al și 40% Si, 18—30% Al și 40—75% Si, 35% și 45% Al, și 50% Si și altele. Se produce în cuptoare electrice de mare capacitate. Ca materie primă se folosesc de obicei bauxitele sărace cu conținut mare de $SiO_2$, caolinul și cenușa cărbunilor. Ca reducător se folosește mangalul amestecat cu cocs sau cu cărbune superior. La baza procesului stau reacțiile de reducere:

$$2/3Al_2O_3 + 2C = 4/3Al + 2CO$$
$$SiO_2 + 2C = Si + 2CO.$$

**SILICOCALCIU,** feroaliaj cu un conținut de peste 90% (Ca + Si). Este un dezoxidant complex foarte eficace. Se poate produce prin două metode industriale. În prima metodă **S.** se produce conform reacției $2SiO_2 + 2C + CaC_2 = CaSi_2$ (aliaj) + + 4CO, încărcătura cuptorului electric constînd din cuarțit, carbid și mangal amestecat cu cocs. Cea de-a doua metodă, mai rațională, se bazează pe reacția: $2SiO_2 + CaO + 5C = CaSi_2$ (aliaj) + 5CO, încărcătura cuptorului constînd din cuarțit, var bine ars, cocs mărunt și mangal. Regimul electric are o mare importanță la acest proces, deoarece sînt necesare temperaturi înalte, iar încărcătura are o conductivitate electrică mare. **S.** se descompune în timpul depozitării și transportului sub acțiunea aerului umed motiv pentru care se transportă în cutii metalice

Scanned with OKEN Scanner

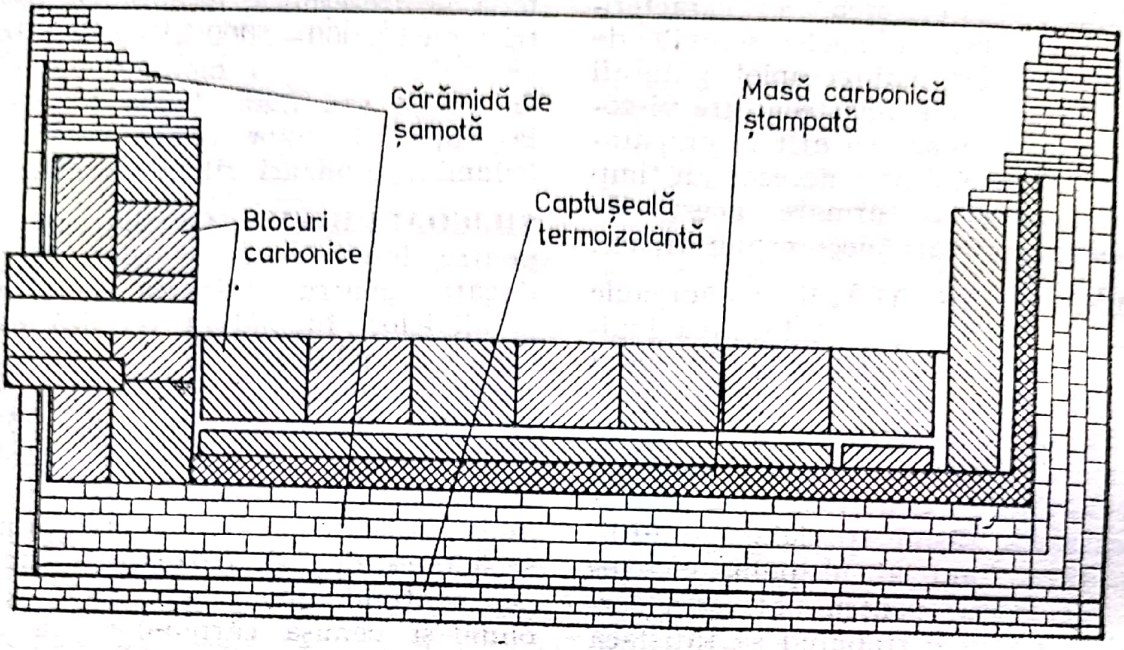



**Fig. S. 10.**

închise, în același mod ca și carbidul. Se folosește în oțelării.

**SILICOMANGAN,** feroaliaj cu un conținut de 14—35% Si și 60—75% Mn. **S.** cu 14, 17 sau 20% Si și 60—65% Mn se folosește pentru dezoxidarea oțelului. **S.** cu 20% Si și 65% Mn se folosește și pentru producerea feromanganului afinat, iar **S.** cu 35% Si și 60—75% Mn, se folosește pentru producerea manganului metalic. Industrial, se elaborează în cuptorul electric după două metode: 1) reducerea simultană a manganului din minereu (minereu cu pirolusit, braunit, rodocrozit, rodonit) și a siliciului din cuarțit, metodă utilizată la producerea **S.** cu 14—20% Si; 2) reducerea siliciului din cuarțit în prezența feromanganului cu conținut mare de carbon introdus în încărcătură, metodă utilizată la producerea **S.** cu peste 30% Si. Cuptoarele electrice sînt de același tip ca cele folosite la prelucrarea ferosiliciului și a feromanganului. În fig. S. 10 este reprezentată căptușeala refractară a unui cuptor electric pentru elaborarea **S.** Ca materie primă furnizoare de mangan, în afară de minereul de mangan cu raportul caracteristic $\frac{\%P}{\%Mn} < 0{,}003$ se mai poate folosi zgura de la producerea feromanganului cu conținut mare de carbon, sau zgura obținută la prepararea pe cale pirometalurgică a minereurilor de mangan sărace, cunoscută și sub denumirea de *minereu artificial*.

**SILICOMOLIBDEN,** feroaliaj cu o compoziție chimică de aproximativ 60% Mo, 34% Si, folosit pentru realizarea acoperirilor antiacide și refractare. Se produce după aceeași tehnologie ca și a feromolibdenului silicotermic. Recuperarea molibdenului este mai mare de 99%.

**SILICOTITAN,** feroaliaj cu 25—35% Si, 25—30% Ti și sub 1% C, folosit la dezoxidarea unor oțeluri aliate. La elaborarea **S.** se folosește ca materie primă concentrat de titan, obținut prin îmbogățirea minereurilor care conțin ilmenit, rutil, titanit sau perowskit. Se produce în cuptoare

electrice (pînă la 500 kVA), prin reducerea concentratului de titan cu siliciul din ferosiliciu, sau prin reducerea amestecului de concentrat de titan și cuarțit cu carbonul din mangal sau cocs de petrol.

**SILITĂ,** produs refractar sub formă de bară sau tubular, fabricat pe bază de carborundum și utilizat ca element de rezistență pentru încălzirea cuptoarelor electrice (pînă la 1400°C). Se produce dintr-un amestec de carbură de siliciu, șamotă și argilă. Rezistența electrică a **S.** scade substanțial pînă la 700°C, după care crește lent. Prezintă fenomenul de întărire în decursul funcționării îndelungate, care se manifestă prin scăderea rezistenței electrice, afectînd încălzirea cuptorului. Ca urmare, este necesară creșterea corespunzătoare a tensiunii de alimentare și deci folosirea unui transformator cu mai multe trepte. Îmbătrînirea trebuie atribuită fenomenului de oxidare a carburii de siliciu. Este utilizată la încălzirea diverselor cuptoare electrice din uzinele chimice și metalurgice.

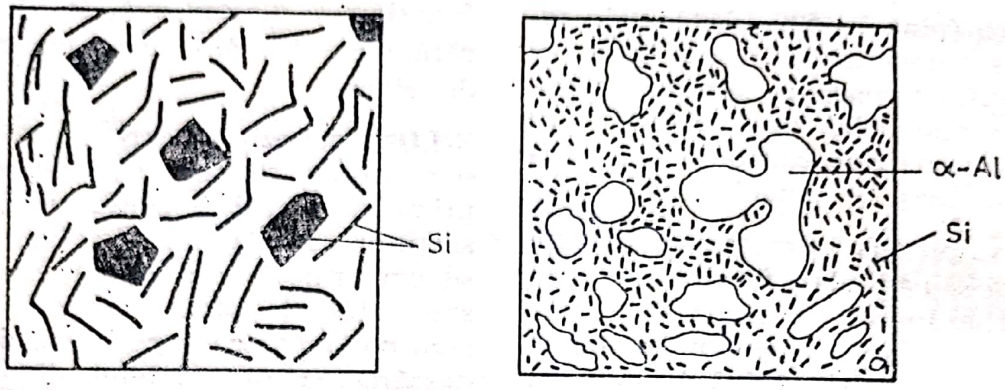
**SILLIMANIT,** $SiO_2 \cdot Al_2O_3$, formă alotropică naturală a silicatului de aluminiu care cristalizează în sistemul ortorombic. Are densitatea 3,2 kg/dm³ și duritatea 6,5—6,7 (scara Mohs). Prezintă culoarea galbenă, cenușie, verzuie și conține 36,8% $SiO_2$ și 63,2% $Al_2O_3$. La o temperatură de cca 1600°C se transformă în mullit. Este foarte puțin sensibil la șocuri termice și rezistent la uzură. În țara noastră se întîlnește în Masivul Parîng, Munții Mare și în Munții Apuseni. Se găsește în R. D. Germană, Franța, Austria, India, S.U.A. etc. Se folosește ca material refractar pentru confecționarea pieselor fasonate de la arzătoare, la fabricarea tecilor de protecție pentru termocuple etc. La cuptoarele de temperaturi înalte, cu funcționare discontinuă, se utilizează cărămizile din **S.** în locul cărămizilor de silica.

**SILOZ,** depozit în care se păstrează o cantitate relativ mare de materii prime, fondanți și combustibili. Are secțiune circulară sau poligonală și se construiește din beton, cărămidă sau tablă de oțel. Umplerea **S.** se face pe la partea superioară, fie prin descărcarea materialului direct din vagoanele de cale ferată, fie prin intermediul unor instalații de umplere (elevator, transportor cu benzi etc.) cu care este dotat. La bază, **S.** este prevăzut cu dispozitive de evacuare a materialului continue sau intermitente. Pentru a ușura descărcarea materialelor, la partea inferioară au formă conică sau piramidală cu vîrful în jos.

**SILUMIN,** aliaj Al—Si eutectic (11,7% Si) cu foarte bune proprietăți de turnare (temperatură joasă de topire, mare fluiditate, contracție mică ș.a.). Îmbunătățirea proprietăților aliajului se poate realiza prin tratamentul de modificare a **S.** lichid cu 0,01% Na sub formă de amestec de săruri (de ex.: 2/3 NaF și 1/3 NaCl, 2%). Prin modificare se îmbunătățește structura aliajului (fig. S. 11) și ca urmare proprietățile acestuia. Chiar în stare modificată prezintă caracteristici mecanice relativ mici ($\sigma_r = 15-17$ daN/mm²; $\delta = 4-6\%$; $HB = 50$).

**SINTERIZARE,** tratament termic care se aplică, în special, pieselor fabricate din pulberi metalice pentru a le conferi rezistența mecanică necesară și care constă în încălzirea acestor piese la o temperatură situată sub temperatura de topire a componentului principal al pulberii. Pe lîngă creșterea rezistenței de rupere la tracțiune se mărește duritatea pieselor modificîndu-se în același timp și unele proprietăți fizice și chimice.

Scanned with OKEN Scanner




Silumin nemodificat Silumin modificat

**Fig. S. 11.**

Ca urmare, piesele din pulberi metalice sinterizate pot fi comparate, în anumite privințe, cu piesele obținute prin turnare. În timpul procesului are loc difuzia atomilor care formează grăunții cristalini ai pulberii metalice însoțită de fenomenul recristalizării materialului. Recristalizarea și creșterea grăunților cristalini se desfășoară în linii mari, după aceleași legi care acționează în cazul metalelor și aliajelor turnate și supuse tratamentului termic. Principalul factor care influențează **S.** este temperatura care trebuie să fie cel puțin egală sau superioară temperaturii de recristalizare. Practic, această temperatură trebuie să aibă valori cuprinse între 0,75 și 0,80 din valoarea temperaturii de topire a componentului principal din care este formată pulberea metalică. Deci, stabilirea temperaturii de sinterizare se face în funcție de natura pulberii sau natura amestecurilor de pulbere. În afara ei trebuie determinată experimental și durata sinterizării. Pentru realizarea procesului în toată masa piesei este necesară o anumită cantitate de căldură care se exprimă prin energia de activare a sinterizării. **S.** se face în mediu protector care poate fi: reducător, oxidant, carburant sau neutru. În mod curent, se folosesc anumite gaze care se introduc în spațiul de lucru a cuptorului. Uneori procesul se realizează în vid sau sub presiune. De menționat că prin **S.** nu se înlătură porozitatea pieselor ci numai se modifică. În cazul pieselor fabricate din pulberi metalice se urmărește obținerea unor pori deschiși. Procesul poate fi în așa fel condus încît să permită obținerea pieselor cu porozitate avansată (filtre metalice) sau a pieselor de mare rezistență mecanică avînd o porozitate foarte mică. În funcție de structura materialului rezultat se disting patru tipuri de **S.**: Tipul I se referă la materialele cu structura de metal pur, soluție solidă sau de compuși chimici, omogene din punct de vedere chimic și structural. Din tipul II fac parte materialele ale căror componenți sînt total insolubili în stare solidă. Tipul III grupează materialele sinterizate alcătuite din componenți total sau parțial solubili în stare solidă. Dacă în proces apare și o fază lichidă, **S.** se încadrează în tipul IV. Un caz particular este *sinterizarea activată* care se aplică pulberilor metalici. Se realizează cu ajutorul unor substanțe adăugate în proporție mică în amestecul de pulberi, care în timpul **S.** produc reacții chimice favorabile acesteia. De ex.: anumiți oxizi metalici introduși în pulberile me-

talice îmbracă granulele într-o peliculă subțire. Reducerea acestor oxizi, într-o atmosferă de protecție reducătoare, creează o suprafață a granulei mai activă. **S.** se realizează în *cuptoare tubulare cu trecere continuă*. Acestea sînt cuptoare cu funcționare continuă, în care operația are loc într-un tub metalic sau ceramic, încălzit în exterior. Încărcătura se deplasează în interiorul cuptorului cu ajutorul unor nacele metalice a căror viteză se reglează cu ajutorul mecanismului de antrenare, amplasat la capătul de evacuare. Gazul de protecție circulă în contra curent cu fluxul de materiale. La cele două extremități cuptorul este prevăzut cu dispozitive de etanșare la gaze față de atmosfera din exterior. De asemenea, mai este dotat cu semnalizatoare optice și acustice pentru indicarea momentelor de încărcare și descărcare a nacelelor sau pentru atenționare în legătură cu anumite deranjamente de funcționare. De cele mai multe ori încălzirea se face electric, folosindu-se bare de silită, montate în exteriorul camerei tubulare. Cuptorul al cărui cameră tubulară se execută din oțel refractar sau din material ceramic refractar permite realizarea operațiilor de **S.** pînă la o temperatură de 1200°C. Se utilizează curent la **S.** pieselor din pulberi metalice pe bază de fier sau cupru. În metalurgie, **S.** se mai folosește și la aglomerarea minereurilor mărunte, în granule de dimensiuni mari și cu o rezistență mecanică ridicată.

**SITĂ 1.** Aparat pentru cernerea materialelor solide. Este formată dintr-o suprafață *fund de sită* prevăzută cu ochiuri (cu diametrul și latura de max. 1 mm) de formă și dimensiuni identice, dispuse regulat, și o ramă. În metalurgie, fundul de sită se execută din oțel (tablă sau sîrmă). **2.** Defect la piesele turnate sub formă de mici goluri alungite (fig. S. 12) cu suprafața netedă, orientate perpendicular pe suprafața piesei și amplasate la o adîncime de 2—3 mm sub aceasta. După tratamentul termic al piesei aceste goluri sînt descoperite

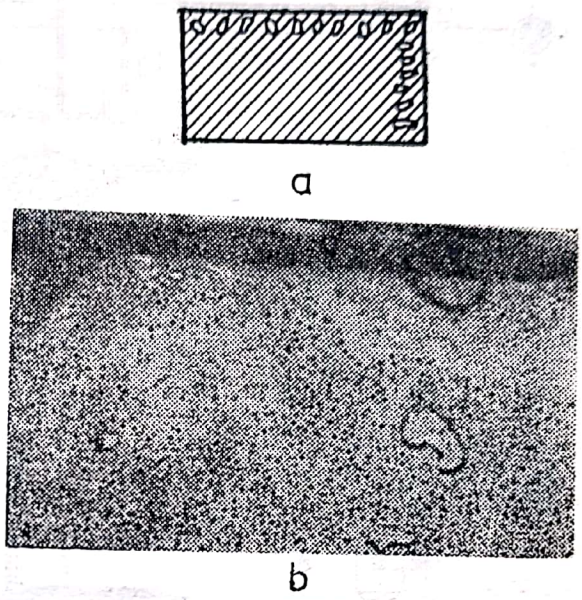


**Fig. S. 12.** Sită:
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

luînd aspectul unei **S.** Cauze posibile ale apariției defectului: metalul lichid (conținut mare de hidrogen și oxigen în baia metalică; supraîncălzirea sa; raport defavorabil Mn/Si și/sau conținut mare de sulf în fontele cenușii sau maleabile) sau materialele de formare sau miezuire (apă sau liant în cantitate prea mare). Sin. *sufluri aciculare*.

**SKIP,** vagonet special utilizat, îndeosebi pentru transportul încărcăturii la gura furnalului, avînd forma unei cutii alungite așezate culcat pe un șasiu cu două osii, care se deplasează pe șinele de rulare ale unui pod înclinat (fig. S. 13). Cutia **S.** se execută din tablă de oțel asamblată prin sudură sau nituire; capacitatea sa depinde de volumul util al furnalului, în mod obișnuit fiind cuprinsă între 2,5 și 14 m³. **S.** se încarcă în-

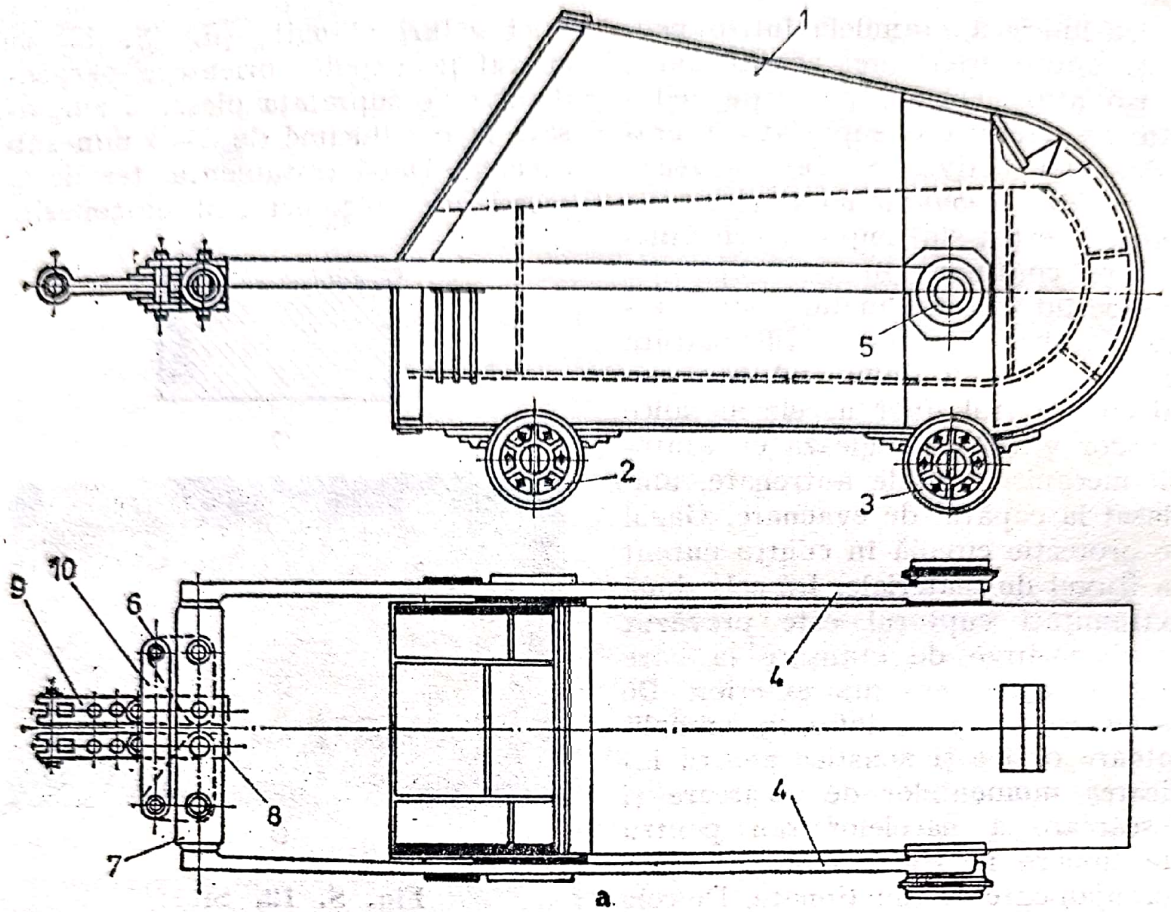



**Fig. S. 13.** Skip:

*a* — secţiune longitudinală şi vedere de sus; *b* — vedere de ansamblu.

*1* — cutia skipului; *2* — roţile de rulare din faţă; *3* — roţile de rulare din spate; *4* — tijele dispozitivului de tracţiune; *5* — prinderea dispozitivului de tracţiune; *6* — balansier pentru egalizarea efortului; *7* — bară transversală de tracţiune; *8* — tijă metalică; *9* — cerc pentru prinderea cablului; *10* — tijă transversală;

Scanned with OKEN Scanner

tr-un spațiu (loc) special amenajat, din beton, denumit *groapa skipurilor* a cărei adîncime este cu 10—12 m sub calea vagonului cîntar. De la această groapă încărcătura este transportată la gura furnalului cu două **S.** Acționarea **S.** se face cu ajutorul unui troliu de acționare amplasat, de obicei, în sala mașinilor, în care se află și mecanismele de acționare a conurilor furnalului. Ansamblul format din cele două **S.** podul înclinat cu căile de rulare ale skipurilor și troliul de acționare este denumit *elevatorul cu skipuri*. **S.** sînt legate între ele printr-un cablu; cînd unul se ridică, celălalt coboară, echilibrînd astfel greutatea proprie a primului **S.** La partea superioară, *podul înclinat al skipurilor* are o construcție specială care permite balansarea **S.** pentru descărcare. Durata unei curse de ridicare sau de coborîre a **S.** este de 35—45 s, iar timpul minim de staționare pentru încărcare în groapa skipurilor este de 12—15 s pentru cocs și de 8—12 s pentru minereu și fondanți. Încărcarea furnalului cu ajutorul **S.** se realizează după o anumită schemă de încărcare *(→ încărcarea furnalului)*.

**SLEB,** semifabricat laminat, din oțel, de secțiune dreptunghiulară avînd grosimea peste 70 mm și lățimea de max. 1800 mm (fig. S. 14). Este

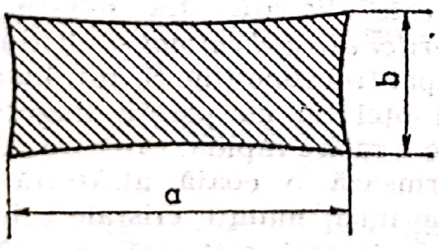



**Fig. S. 14.**

folosit ca semifabricat pentru laminarea tablelor groase, a benzilor late și mijlocii, a platinelor sau la forjare. Fețele pot fi ușor concave sau convexe, striate sau punctate. Lungimea de livrare a **S.** variază, în mod obișnuit, între 1,5 și 9 m. Sin. *bramă*.

**SLEBING,** laminor degrosisor de mare putere, alcătuit dintr-o singură cajă, folosit pentru laminarea lingourilor în sleburi. Laminorul este de tip duo reversibil și fiecare cilindru este acționat direct de către un motor de curent continuu. **S.** moderne sînt dotate și cu cilindri verticali, amplasați înainte sau după caja principală de lucru, care au rolul de a elimina o parte din țunderul format pe suprafața sleburilor. Diametrul cilindrilor orizontali variază între 1000 și 1350 mm și dezvoltă o viteză de laminare de max. 5,5 m/s. Cilindrii au suprafața netedă. Utilajele principale și auxiliare ale unui **S.** sînt asemănătoare cu cele de la bluming. **S.** prelucrează lingouri în greutate pînă la 40 t. În țara noastră funcționează un **S.** de 1150 mm, la Combinatul Siderurgic Galați.

**SMITHSONIT** (pron. *smisonit*), $ZnCO_3$, mineral de zinc. Cristalizează în sistemul romboedric, prezintă culoarea albă, gri, galbenă, verde și brună. Are duritatea 5,5 (scara Mohs) și densitatea 4,30—4,45 kg/dm³. Conține 64,8% ZnO, 35,2% $CO_2$ și ca impurități: Fe, Mn, Ca și, uneori, Cd și Co. În țara noastră se găsește la Rodna, Moldova Nouă și Dognecea. Zăcăminte importante se găsesc în U.R.S.S., S.U.A. și Austria.

**SNORT,** clapă de reglare a debitului de aer suflat în furnal, montată pe conducta de aer rece înainte de intrarea acestuia în cauper. Acționat direct din cabina de comandă a furnalului, **S.** realizează reducerea debitului de aer în orice limită (chiar pînă la zero) în cîteva secunde. Este folosit numai în cazuri accidentale.

Scanned with OKEN Scanner

**SODIU,** Na, element metalic din grupa I-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 11, masa atomică 22,989, valența I. A fost descoperit (1807) de H. Davy. Este unul din metalele cele mai răspîndite în natură, întîlnindu-se sub formă de combinații chimice (sarea gemă, criolit etc.) sau în compoziția unor silicați. Face parte din grupa metalelor alcaline. Are culoarea alb-argintie, în tăietură proaspătă, a cărei luciu metalic dispare repede în contact cu aerul (se acoperă cu un strat subțire de oxid). Cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat și nu prezintă alte forme alotropice. Metal ușor, densitatea 0,97 kg/dm$^3$, ușor fuzibil și cu o bună conductibilitate electrică **S.** are p.t. 97,7°C, p.f. 883°C, căldură masică (la 20°C) 1206 J/kg·K conductivitate termică (la 20°C) 1,381 · $10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,0434Ω · · mm$^2$/m. Din punct de vedere mecanic este un metal moale și compresibil. Foarte activ din punct de vedere chimic, se combină cu oxigenul din aer și descompune apa la temperatură obișnuită cu degajare de hidrogen; reacționează cu halogenii, sulful, fosforul, arsenul, formînd combinațiile respective. Se păstrează, în absența aerului, sub eter de petrol sau petrol lampant. **S.** metalic se utilizează la fabricarea cianurii de potasiu și în diversele sinteze organice, ca element de aliere la elaborarea unor aliaje de lagăre, la construcția lămpilor electrice monocromatice. Sin. *natriu.*

**SOLIDIFICARE DIRIJATĂ,** regulă aplicată la proiectarea formei constructive a lingourilor, pieselor turnate și a tehnologiei de turnare pentru evitarea apariției în piese a golurilor de contracție (retasuri, microretasuri, porozități). Defectele de contracție apar în locurile cu aglomerări pe material față de porțiunile alăturate (de obicei, la intersecții de pereți), cunoscute sub numele de *noduri termice;* după solidificarea pereților, nodurile termice sînt încă în stare lichidă, determinînd apariția în acestea a defectelor de contracție. Pentru evitare, partea superioară a piesei turnate trebuie să servească drept alimentator cu metal lichid (maselotă) pentru partea inferioară, iar partea care alimentează (maselota) trebuie să fie ultima care solidifică. Solidificarea pieselor cu pereți de aceeași grosime, fără îngroșări (noduri termice), care se sfîrșește concomitent în toate secțiunile poartă numele de *solidificare simultană.* Atît solidificarea simultană cît și **S. D.,** cînd nu se produc, pot fi realizate intervenind asupra construcției piesei turnate și asupra tehnologiei de turnare, așa cum se prezintă în fig. S. 15, luînd în considerare o porțiune dintr-o piesă turnată. Grosimea pereților rezultă folosind cercuri (de fapt, sfere) de control ($d_1$) rostogolite pînă la următorul nod termic, unde cercul se mărește ($d_2$) (în cazul **S. D.**) sau rămîne la fel ($d_1$) (în cazul solidificării simultane).

**SOLIDIFICAREA OȚELULUI,** totalitatea proceselor care au loc în timpul transformării oțelului din stare lichidă în stare solidă. Deoarece fenomenele după care se desfășoară **S. O.** nu sînt aceleași la lingouri și la piesele turnate, solidificarea acestora este diferită. La *solidificarea lingourilor din oțel calmat* se disting în principal trei zone (fig. S. 16). La contactul oțelului cu pereții lingotierei are loc o răcire rapidă, din care motiv se formează o coajă alcătuită din cristale mici, numite cristale echiaxe avînd orientări întîmplătoare. Prin solidificare, coajă se desprinde de lingotieră permițînd pătrunderea aerului, care, datorită unei conductivități termice reduse, micșorează transmiterea căldurii spre exterior

Scanned with OKEN Scanner

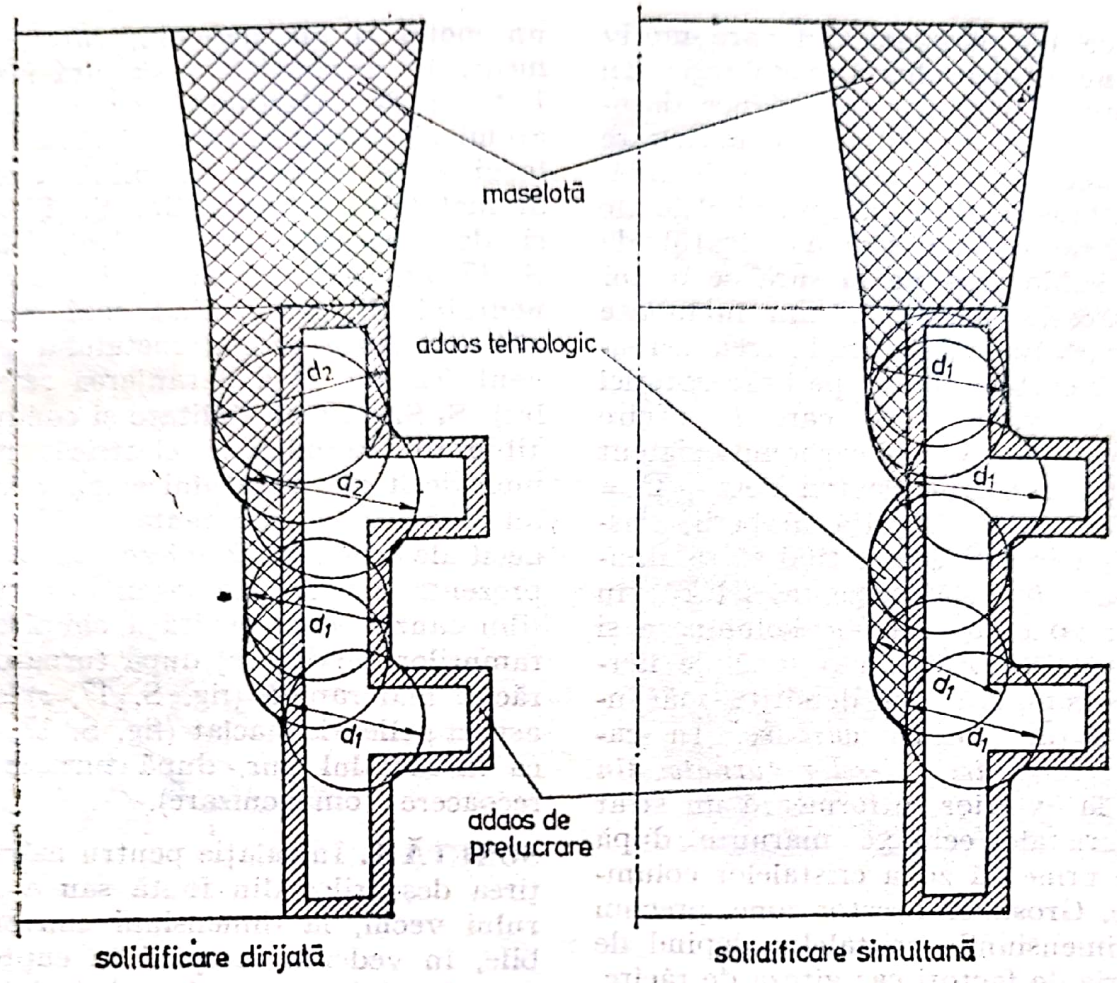



**Fig. S. 15.**

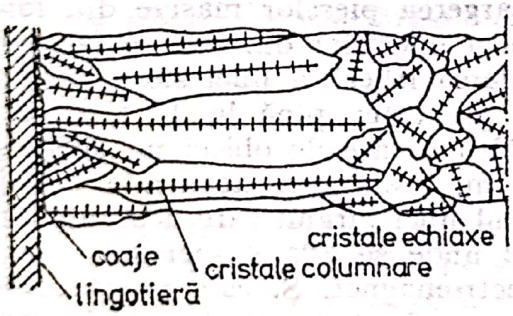



**Fig. S. 16.**

Datorită micșorării vitezei de răcire, din coaja rezultată se formează dendrite care încep să se dezvolte spre interiorul lingoului formînd o zonă de cristale alungite, numită zona cristalelor columnare. Totodată, se produce și fenomenul de segregare datorită căruia oțelul lichid din centrul lingoului are o concentrație mai mare de C, P, S. În centrul lingoului, oțelul lichid se răcește foarte încet din care motiv, în urma **S. O.** se obțin cristale mari echiaxe. De asemenea, tot în centrul lingoului se formează și retasura. Temperatura de turnare, viteza de răcire a lingoului etc. sînt factori care pot influența mărimea zonelor de cristale columnare sau echiaxe. La *solidificarea oțelurilor necalmate*, după formarea coajei solide de la contactul cu pereții lingotierei, se produce o fierbere în toată masa oțelului. Deoarece fierberea oțelului în timpul răcirii vine în contradicție cu legile din fizică privind fierberea lichidelor, multă vreme acest fenomen a fost conside-

rat ca un paradox, din care motiv s-a numit paradoxul metalurgic. În realitate, fierberea se produce datorită formării oxidului de carbon care tinde să treacă prin baia lichidă, în atmosferă. La început, bulele de oxid de carbon străbat stratul de oțel lichid însă pe măsură ce oțelul se răcește, acestea rămîn înglobate în masa lingoului. Producerea oxidului de carbon are loc pe baza reacției dintre oxidul feros care la răcire se separă din oțel și carbonul existent în oțel, conform reacției $FeO + C = CO + Fe$. Datorită fierberii, cristalele dendritice care tind să se alungească sînt sfărîmate, astfel că, în locul zonei de cristale columnare și echiaxe se formează o zonă de fierbere compusă din dendrite mărunțite și din sufluri gazoase. În cazul *solidificării pieselor turnate din oțel*, la exterior se formează un strat de cristale echiaxe mărunte după care urmează zona cristalelor columnare. Grosimea acestor zone, precum și dimensiunile cristalelor depind de o serie de factori ca: viteza de răcire, temperatura de turnare, grosimea pereților piesei turnate, configurația piesei turnate etc. În anumite zone ale unei piese turnate are loc și formarea de retasuri. Viteza cu care avansează solidificarea unui metal sau aliaj din momentul umplerii lingotierei sau a formei se numește *viteză de solidificare*. La lingourile din oțel creșterea grosimii stratului solidificat are loc cu aceeași viteză numai un timp scurt de la turnare, după care aceasta variază în diversele zone ale lingoului. În cazul unei piese turnate avînd pereți de diferite grosimi, viteza de solidificare este diferită. Cunoașterea vitezelor de solidificare constituie un factor important pentru obținerea unui lingou sau a unei piese turnate bune.

**SOLUȚIE SOLIDĂ,** amestec la scară atomică a cel puțin două metale sau un metal și un metaloid, care formează în stare solidă o singură fază. Pot fi: *de substituție*, caz în care atomi ai componentului dizolvat înlocuiesc în rețeaua cristalină atomi ai metalului solvent (fig. S. 17, *a*) și de *interstiție (pătrundere)* (fig. S. 17, *b*), caz în care atomii componentului dizolvat, fiind mai mici, pătrund între atomii metalului solvent (cu sau fără deranjarea rețelei lui). **S. S.** au maleabilitate și conductibilitate (termică și electrică) mai mici decît ale metalului solvent însă au duritate și rezistență mai mari decît ale acestuia. La microscop poate prezenta aspect neomogen dendritic (din cauza neomogenității chimice a ramurilor dendritice) după turnare și răcire mai rapidă (fig. S. 17, *c*) sau aspect poliedric maclat (fig. S. 17, *d*), ca la metalul pur, după turnare și recoacere (omogenizare).

**SONETĂ 1.** Instalație pentru mărunțirea deșeurilor din fontă sau a fierului vechi, la dimensiuni convenabile, în vederea retopirii în cuptoarele de elaborare a fontei (cubilou) sau a oțelului (cuptor Siemens-Martin, cuptor electric) (fig. S. 18). Spargerea pieselor masive din fontă sau a bucăților din oțel se face prin căderea liberă a unei sfere din oțel, cu greutatea pînă la 15 t, de la o înălțime care de obicei nu depășește 35 m. Sfera este acționată cu ajutorul unei pîrghii care deschide cîrligul unde se află suspendată sau cu electromagnet. **S.** este prevăzută cu o groapă căptușită cu plăci groase de oțel și este închisă de jur împrejur cu stîlpi de lemn bine consolidați, pentru ca bucățile să nu sară în exterior. **2.** Aparat, (fig. S. 19), folosit în laborator pentru confecționarea epruvetelor necesare pentru determinarea rezistenței mecanice și a permeabilității nisipurilor sau amestecurilor de formare. Se compune, în principal, dintr-o tije prevăzută la

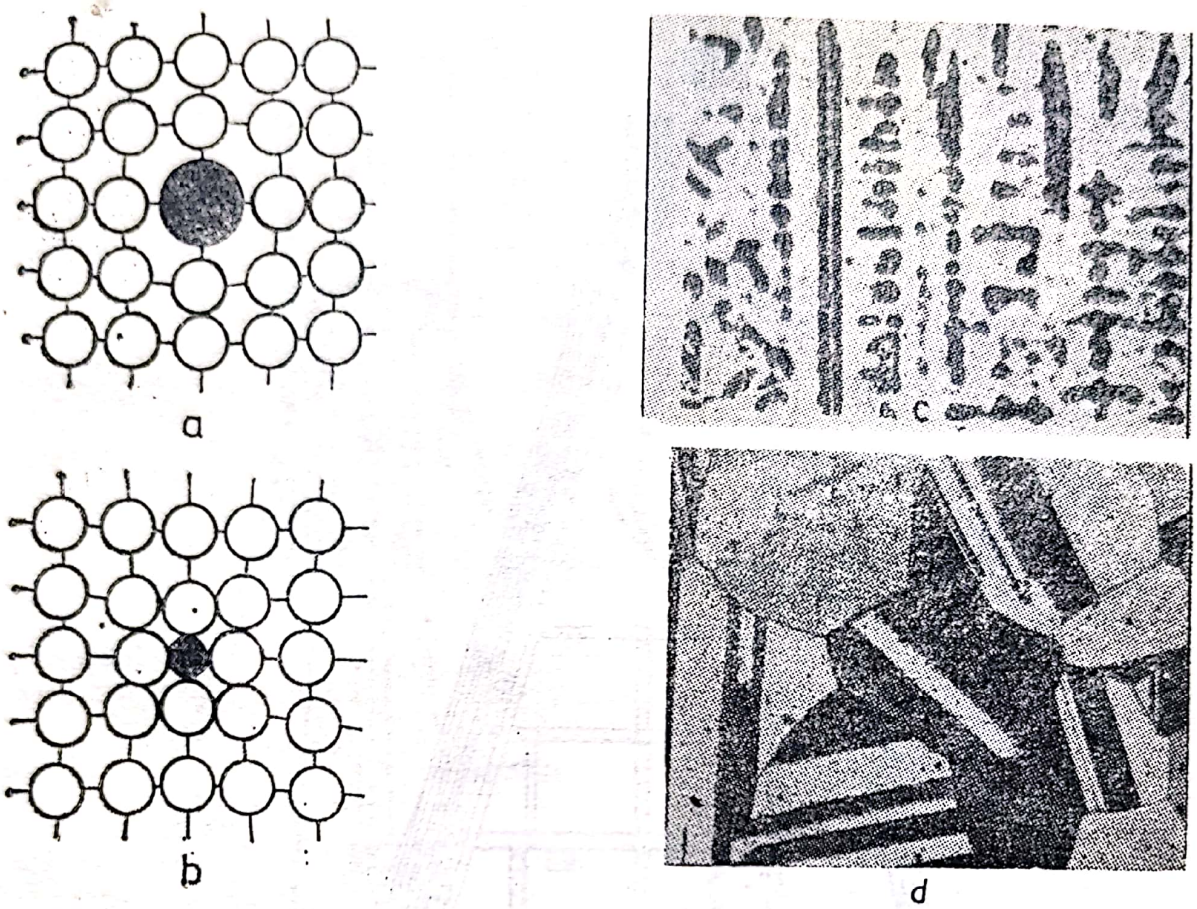



**Fig. S. 17.**

partea inferioară cu un piston, cu ajutorul căruia amestecul de formare este presat uniform într-o cutie de miez din care se obține epruveta. La capătul superior al tijei se află un suport asupra căruia acționează o greutate care cade liber de la o anumită înălțime. Aducerea greutății în poziție inițială și acționarea ei se face cu ajutorul a două came prevăzute fiecare cu cîte o manivelă.

**SORBITĂ,** constituent la oțeluri și fonte format din lamele foarte fine de ferită și cementită (grosimea unei lamele 0,2 μm; la perlită lamelară 0,5—1,0 μm). Se formează prin descompunerea austenitei la temperaturi sub cotul perlitic (→ *austenită*), purtînd numele de *perlită sorbitică* sau *sorbită de călire* sau prin călire și revenire la temperaturi înalte, purtînd numele de *sorbită de revenire*. În fig. S. 20 se prezintă aspectul **S.** la microscopul optic (*a*) și în reprezentare schematică (*b*). Duritatea, rezistența și reziliența **S.** sînt mai mari ca ale perlitei lamelare. A primit numele chimistului englez H. C. Sorby.

**SORBY, HENRY CLIFTON** (n. 10 mai 1826, Woodbourne — m. 9 mart. 1908, Sheffield), chimist și geolog englez. A elaborat metoda de preparare a probelor metalografice pentru studiul microscopic al structurii lor, fiind printre primii cercetători ai structurii materialelor metalice (1863). Numele său a fost dat unui constituent al oțelului, *sorbita*. Studii de biologie, arheologie, geologie. A efectuat cercetări de spectroscopie.
**Op. pr.:** *On the Microscopic Structure of Crystals* (1858); *On the Microscopic Structure of Iron and Steel* (1890).

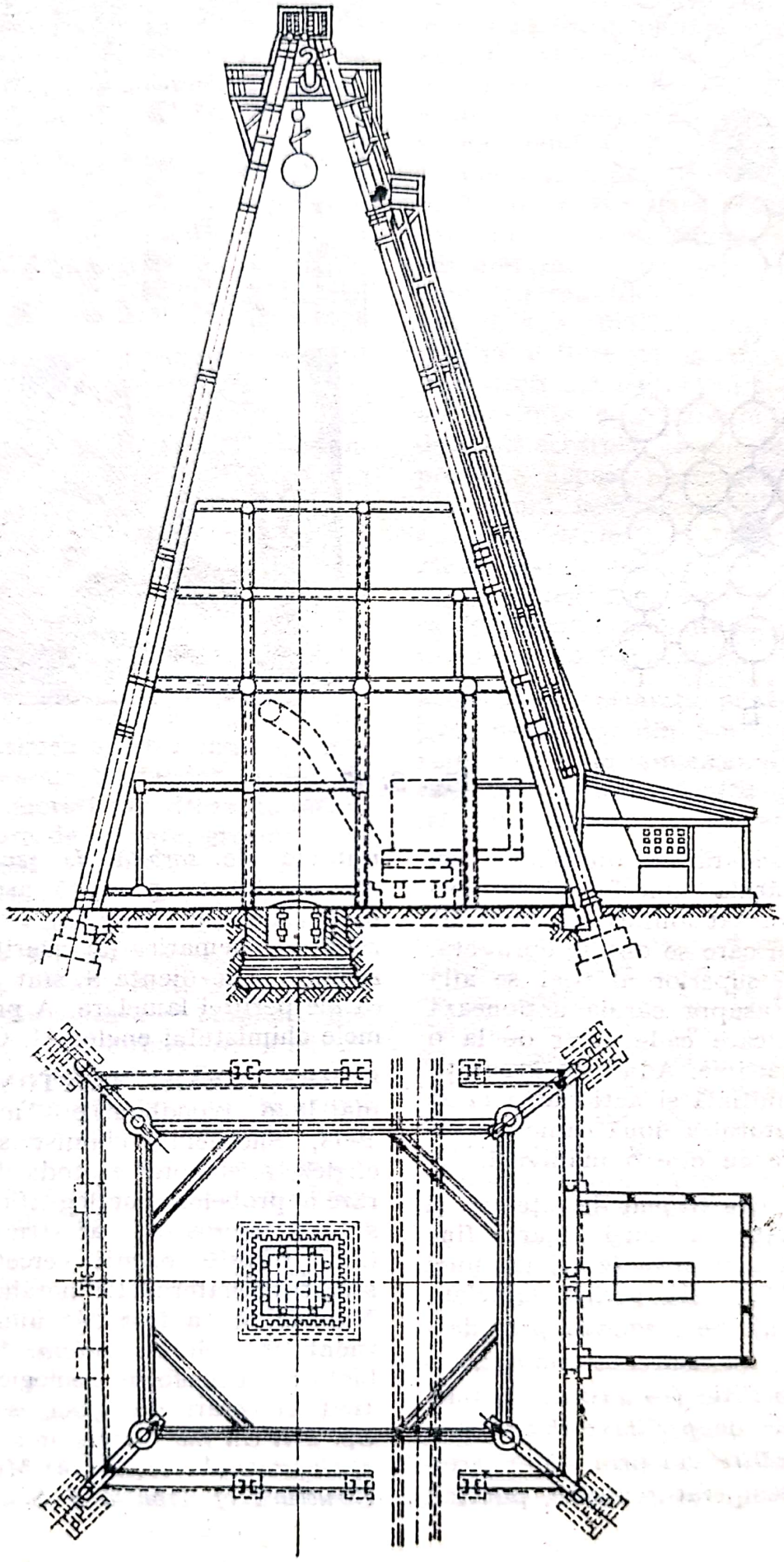


Fig. S. 18.

Scanned with OKEN Scanner

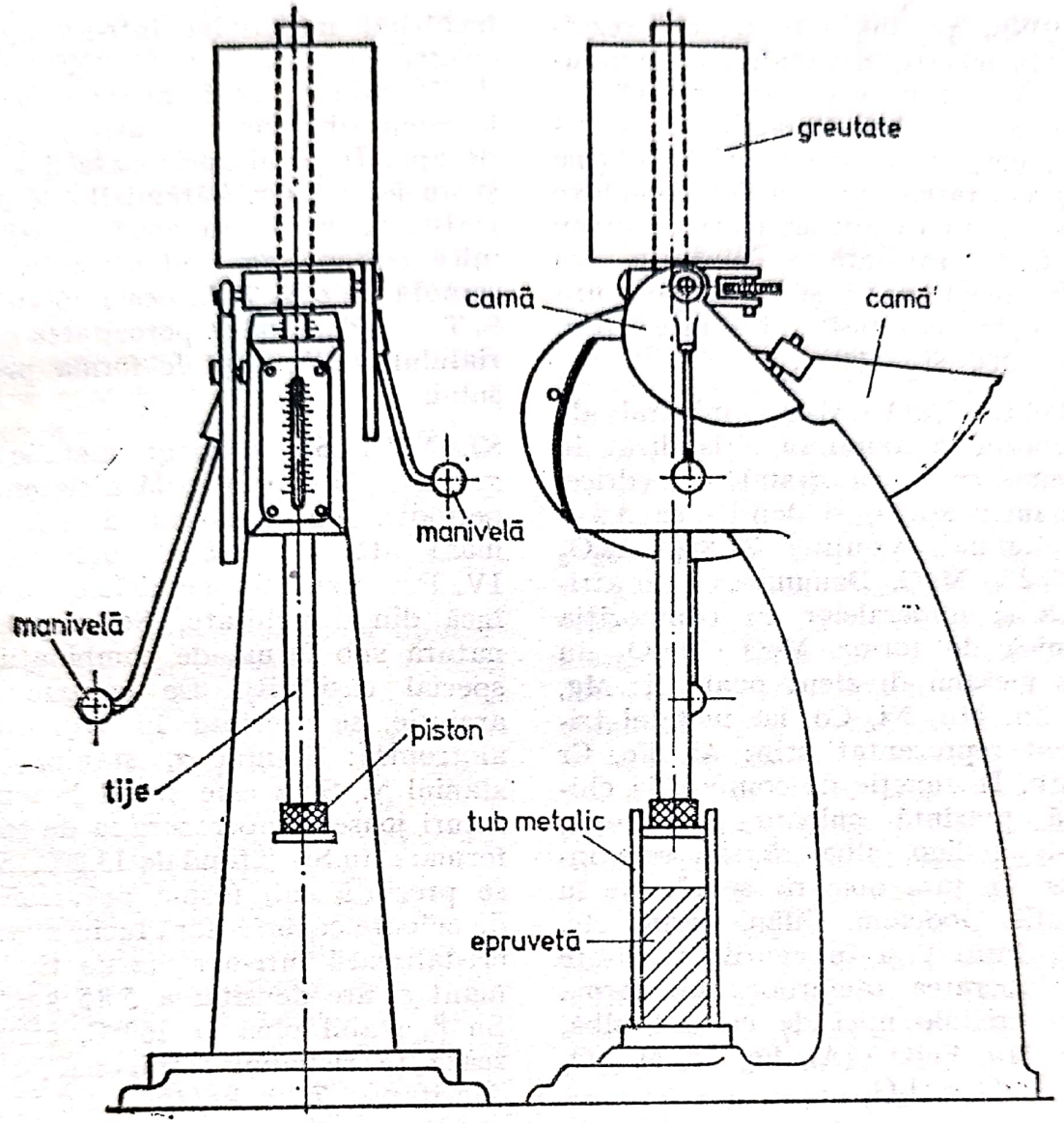
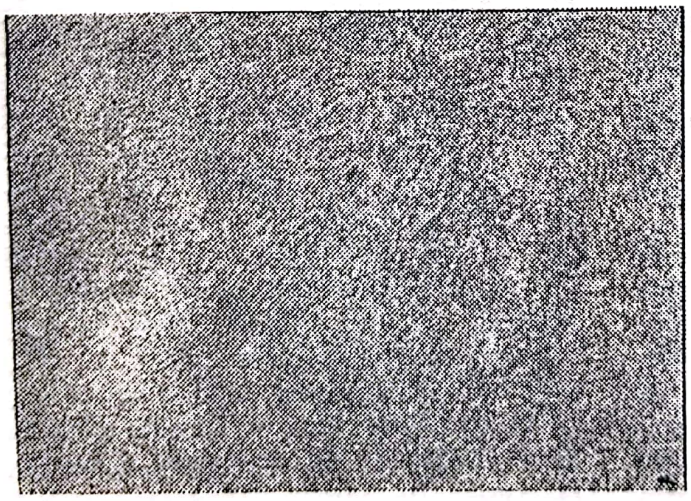
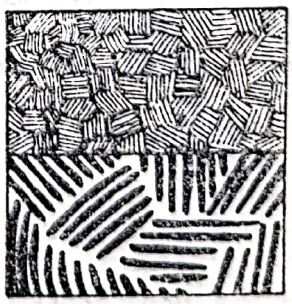



**Fig. S. 19.**



a




b

**Fig. S. 20.**

Scanned with OKEN Scanner

**SPEISS,** produs intermediar rezultat, în special, în metalurgia plumbului constituit dintr-o topitură de sulfo-arseniuri și sulfo-stibiuri de cupru, fier, nichel și cobalt. Se obține la prelucrarea minereurilor complexe sulfuroase cu conținut mare de arsen și stibiu. Prezintă o densitate mai mare decît mata și o temperatură de topire cuprinsă, în limite largi, între 500 și 1100°C.

**SPINEL,** $MgO \cdot Al_2O_3$, mineral de magneziu și aluminiu, cristalizat în sistemul cubic, cu cristale octoedrice. Are luciu sticlos și densitatea 3,5—4,1 kg/dm³. Conține 71,8% $Al_2O_3$ și 28,2% MgO. Denumirea este atribuită și mineralelor cu compoziția chimică de forma $MeO \cdot Me_2O_3$ în care metalul divalent poate fi: Mg, Fe, Zn, Mn, Ni, Co, iar metalul trivalent reprezentat prin: Al, Fe, Cr și Mn. În funcție de compoziția chimică prezintă culoare roz, roșie, verde, indigo, albastră sau este incolor. În țara noastră se găsește în munții: Godeanu, Gilău, Parîng etc. Este întîlnit și în zgurile rezultate la elaborarea oțelurilor sub forma unor cristale mici de culoare albă, $(Mg, Mn, Fe)O \cdot (Al, Fe, Cr, Mn)_2O_3$ sau $MgO \cdot Al_2O_3$.

**STABILITATE TERMICĂ,** proprietate a materialelor refractare de a rezista la variații bruște de temperatură (șocuri termice). Se poate exprima în funcție de *indicele de stabilitate termică*, $K$, prin relația: $K = A \frac{L\lambda}{\beta C\gamma}$, în care: $\lambda$ este conductivitatea termică, $A$ un coeficient de proporționalitate, $L$ alungirea elastică maximă, $\beta$ — coeficient de dilatare termică și $C$ căldura specifică. Deoarece determinarea lui $L$ este dificil de realizat, **S. T.** se apreciază după numărul de cicluri la șoc termic. Pentru produsele refractare fasonate un ciclu de șoc termic are loc încălzind materialul într-un cuptor electric cu rezistențe, la 850°C timp de 30 min și, apoi, răcindu-l brusc, la unul din capete, într-un curent de apă. În locul apei poate fi folosit și un jet de aer. Cărămizile de silica rezistă la unul sau două șocuri termice cu apă pe cînd cărămizile de șamotă au o **S. T.** la peste 16 cicluri. **S. T.** mai depinde de porozitatea materialului, de liant și de forma produsului.

**STANIU,** Sn, element metalic din grupa a VI-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 50, masa atomică 118,73, valența II, IV. Este unul din metalele cunoscute încă din antichitate. Se găsește în natură sub formă de combinații (în special casiterit). De culoare alb-argintie, se prezintă în trei forme alotropice: staniul $\alpha$, staniul $\beta$ și staniul $\gamma$. Sn $\alpha$ este stabil la temperaturi joase, temperatura sa de transformare în Sn $\beta$ fiind de 13,2°C. Sn $\alpha$ se prezintă sub formă pulverulentă de culoare cenușie, fără luciu metalic, cristalizează într-o rețea de tip diamant și are densitatea 5,85 kg/dm³. Sn $\beta$, stabil pînă la 161°C, cristalizează în sistemul tetragonal și are densitatea 7,29 kg/dm³. Sn $\beta$ este stabil la temperaturi peste 161°C și cristalizează în sistemul rombic. Obiectele fabricate din **S.** care sînt menținute la temperaturi mai scăzute, după o anumită perioadă de timp suferă transformarea Sn $\beta$ în Sn $\alpha$ și ca urmare se degradează, pulverizîndu-se. Fenomenul este cunoscut sub denumirea de *ciuma staniului*. Metal ușor fuzibil, foarte ductil la temperatura obișnuită, poate fi laminat în foi subțiri. Este moale, are rezistență scăzută, p.t. 231,9°C, p.f. 2362°C, căldura masică (la 20°C) 226 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}657 \cdot 10^{-2}$ W/m·K, rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,115 $\Omega \cdot mm^2/m$, rezistența de rupere la tracțiune 1,9—

—2,1 daN/mm² (turnat) și 1,7 daN/mm² (deformat plastic), alungirea $\delta = 45—60\%$ (turnat) și 37% (deformat plastic) și duritatea $HB = 4,9—5,2$ (turnat) și $HB = 5,4$ (deformat plastic). La temperaturi peste 100°C își pierde ductilitatea, devenind casant cînd temperatura depășește 200°C. În aer, la temperatură obișnuită, se acoperă cu o peliculă densă de oxid, care îl protejează contra coroziunii în adîncime. Reacționează cu halogenii, acidul sulfuric, acidul clorhidric și acidul azotic. Se dizolvă în hidroxizii alcalini cu degajare de hidrogen. Cele mai stabile combinații se obțin cu **S.** tetravalent. Produsul industrial poate fi încadrat în cîteva clase, și anume: *staniul pur cu 99,99% Sn* utilizat la fabricarea semiconductorilor, *staniul tehnic cu 99,90% Sn* destinat operațiilor de cositorire și *staniul tehnic cu 99,90—98,00% Sn* folosit la fabricarea foliilor, la elaborarea bronzurilor și a altor aliaje.

*METALURGIA STANIULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea sub formă de semifabricate a staniului. Cunoscută din vechi timpuri, metalurgia staniului folosește ca principal mineral casiteritul. Minereurile conținînd casiterit se concentrează și apoi se purifică prin tratare cu acid clorhidric; o parte din impurități (Fe, Al, Ca, Cu ș.a.) se dizolvă în acid clorhidric eliminîndu-se odată cu evacuarea soluției. Concentratul rezultat, cu un conținut de 50—70% Sn, se supune unei topiri reducătoare în urma căreia se obține staniul brut. Topirea reducătoare se realizează prin metalotermie sau cu carbon. Reducerea cu carbon se realizează cu ajutorul cocsului sau manganului conform reacției: $SnO_2 + 2C = Sn + 2CO$. Operația de topire reducătoare are loc în cuptoare cu reverberație sau în cuptoare electrice cu arc, concentratul fiind introdus în amestec cu cocs mărunt și un fondant. Din punct de vedere al temperaturii de lucru operația se face în două etape: la 900—1100°C și la 1300—1400°C. Staniul brut obținut în urma elaborării conține 95—99% Sn, motiv pentru care se supune rafinării termice sau electrolitice. După evacuarea din cuptor, în timpul răcirii în căldări, pe suprafața băii se formează scoarțe de natură feroasă, care se îndepărtează urmînd a fi prelucrate din nou pentru recuperarea staniului. În același scop se mai utilizează zgura și praful colectat în instalațiile de desprăfuire. Rafinarea termică cea mai eficientă se obține tratînd baia de staniu cu diverse substanțe care formează cu impuritățile corpuri cu densități mai mici decît a staniului. Prin introducerea sulfului în baia de staniu se formează sulfurile de cupru și fier care se ridică la suprafața băii, urmînd a fi evacuate în exterior. Se mai folosesc aluminiul și clorul gazos. Operația are loc în căldări de fontă încălzite cu flacără sau electric. Rafinarea electolitică a staniului brut se face în băi de electroliză, confecționate din oțel, folosind anozi din staniu brut iar catozi din oțel sau staniu pur. Ca electrolit se utilizează o soluție de sulfură de sodiu. *Staniul electrolitic* prezintă o puritate ridicată (99,9—99,95% Sn).

**STERIL, GANGĂ.**

**STIBINĂ,** $Sb_2S_3$, mineral de stibiu, cristalizat în sistemul rombic, clasa bipiramidală. Are culoarea gri-albăstruie, prezintă un aspect fibros, cu luciu metalic, este casantă, are densitatea 4,5—4,6 kg/dm³ și se topește ușor (p.t. 548°C). În țara noastră se găsește în regiunea Baia Mare (Săsar, Baia Sprie, Cavnic) și are un conținut de stibiu în jur de 71%, reprezentînd principalul minereu de stibiu; o probă din acest minereu prezintă următoarea compoziție chi-

Scanned with OKEN Scanner

mică: 70,77% Sb, 0,43% Pb, 0,28% Fe, 28,05% S și 0,47% $SiO_2$. Se găsește în R. D. Germană, R.S.C., S.U.A., Bolivia.

**STIVUITOR MECANIC,** mașină utilizată în depozitul de minereu și în parcul de omogenizare la formarea stivelor de minereu. Se realizează în două tipuri constructive: *cu o singură bandă de stivuire,* (fig. S. 21, *a*), plasată pe o platformă rotitoare, pentru stivuirea alternativă stînga-dreapta și *cu două benzi de stivuire* (stînga și dreaptă) cu funcționare alternativă, (fig. S. 21, *b*), cea în repaos în poziție limită sus. **S. M.** se deplasează pe două șine situate în lungul benzii de alimentare, de pe care preia materialul și îl deversează în stive. Stivuirea se face în straturi subțiri, în așa fel încît minereul dintr-un lot să fie răspîndit în mod egal pe întreaga lungime a stivei.

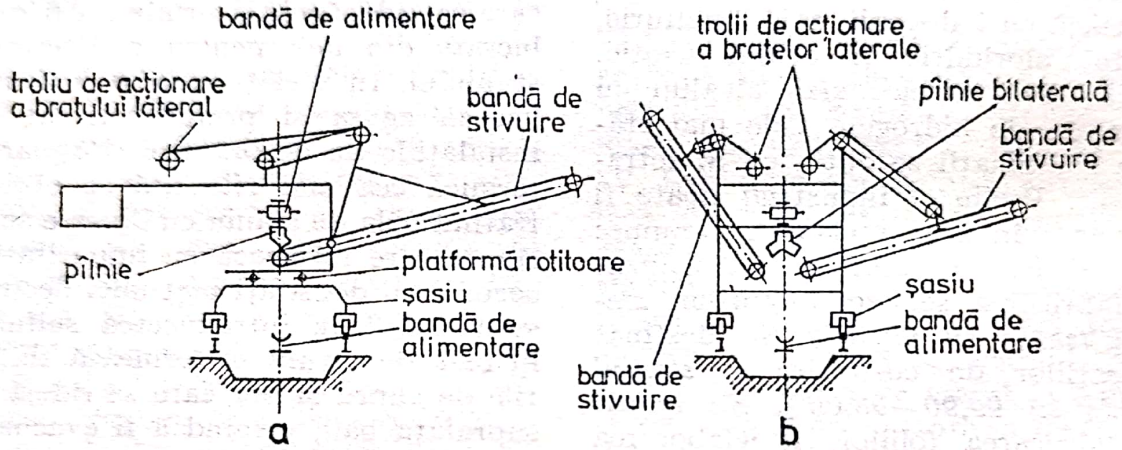



**Fig. S. 21.**

**STRATIFICARE,** defect la produsele laminate sau trase și la piesele forjate sau matrițate la cald. Se prezintă sub formă de straturi de material desfăcute cu distanță foarte mică între ele ( $< 0{,}01$ mm) lățimea lor variind între 2—5 mm (uneori ajunge chiar pînă la 30 mm), iar lungimea pînă la 40—50 mm și mai mult. Straturile sînt orientate de preferință paralel cu planul de deformare plastică și apar datorită (de obicei) unor discontinuități interne provenite din lingou.

**STRIPARE,** scoatere (dezbatere) a lingourilor de oțel, din lingotiere (fig. S. 22). După solidificare, lingourile trebuie scoase rapid din lingotiere pentru a putea fi transportate, în stare cît mai caldă, la laminoare. Operația se execută în → *hala de stripare*. Aceasta este o hală special amenajată, dotată cu căi ferate și poduri rulante de stripare în funcție de fluxul garniturilor de vagoane cu lingouri și de forma și greutatea lingourilor și a lingotierelor. *Podul rulant pentru stripare,* (fig. S. 23), este prevăzut cu un cărucior specializat care poartă o coloană verticală dotată cu un mecanism de stripare. *Mecanismul de stripare* se compune dintr-un clește, două brațe pentru scoaterea lingourilor cu maselotă și un piston pentru scoaterea lingourilor direct conice.

**STRONȚIU,** Sr, element metalic din grupa a II-a principală, cu numă-

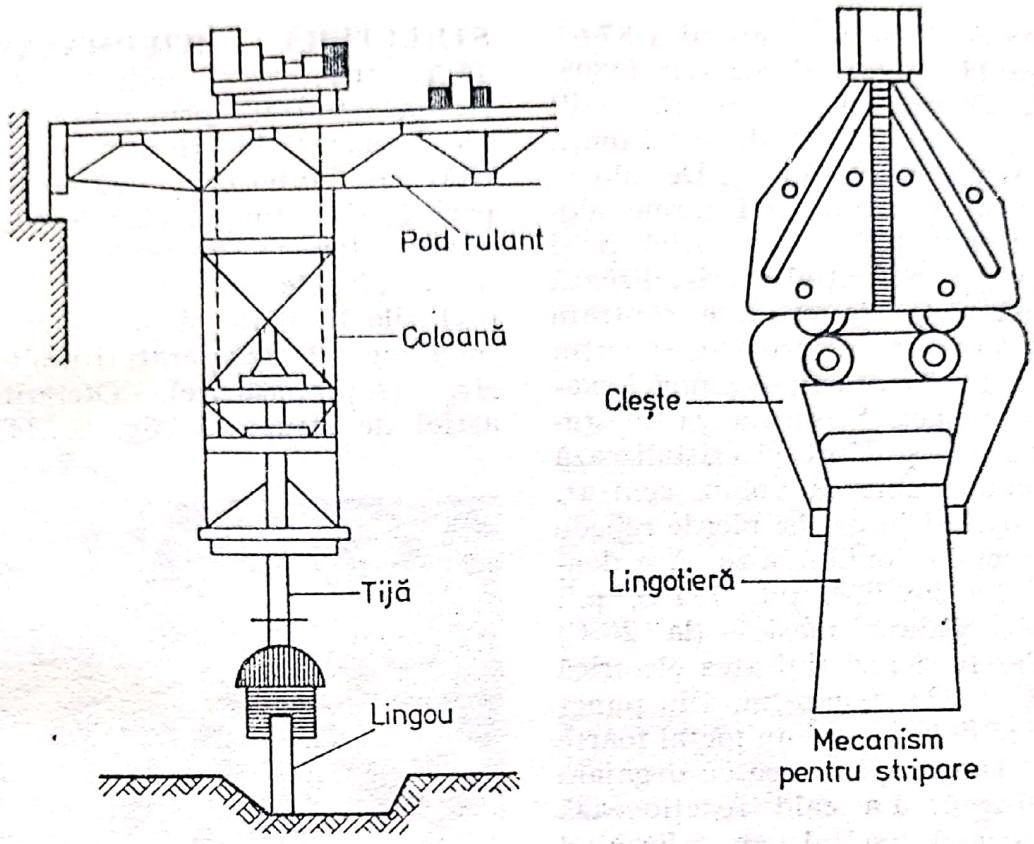



Fig. S. 22.

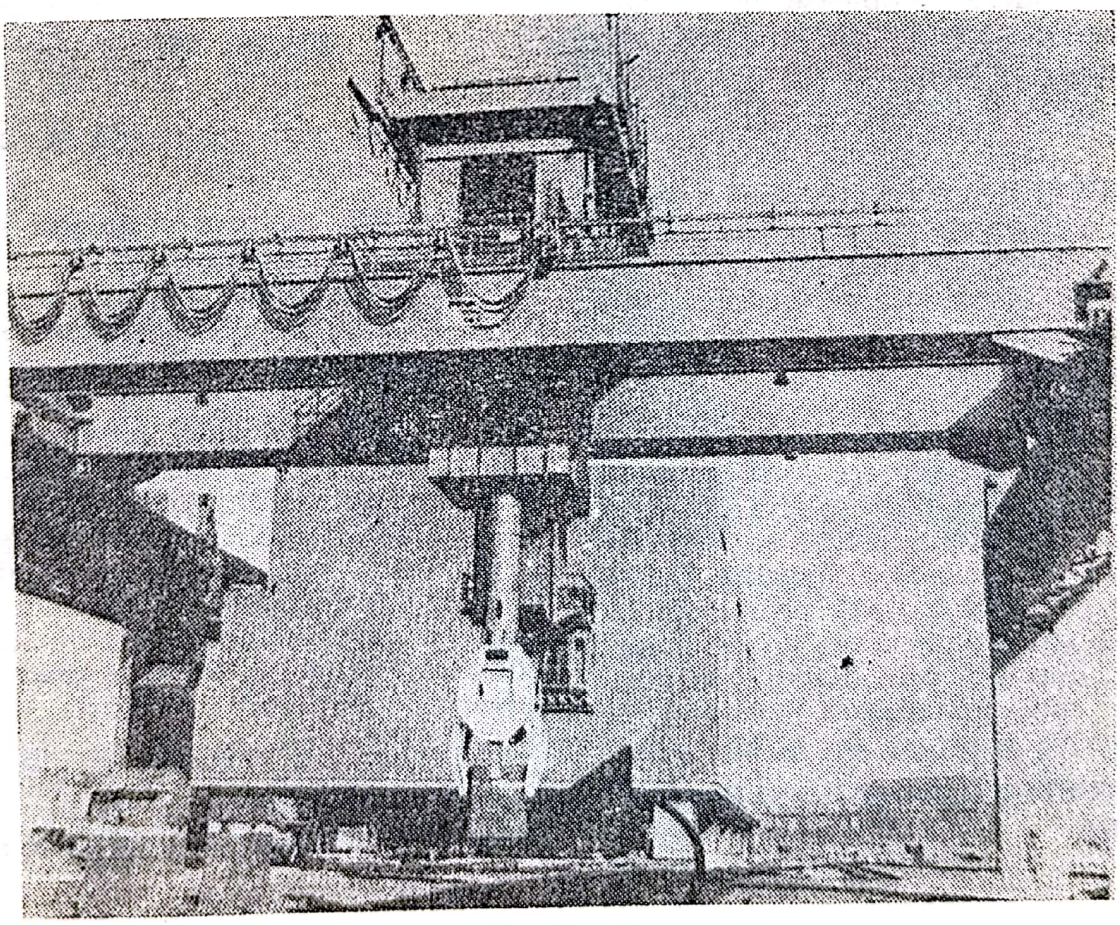


Fig. S. 23.

Scanned with OKEN Scanner

rul atomic 38 și masa atomică 87,62, valența II. A fost descoperit (1808) de H. Davy. Se găsește răspîndit în natură sub formă de combinații (stronțianit, celestină ș.a.). De culoare alb-cenușie prezintă trei forme alotropice: stronțiul α, stronțiul β și stronțiul γ. Stronțiul α cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate și la 215°C se transformă în stronțiu β care cristalizează în sistemul hexagonal compact. Stronțiul γ este stabil între 605 și 770°C și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat. Este moale și în aer își pierde repede luciul metalic, oxidîndu-se. Are densitatea 1,8 kg/dm³, p.t. 771°C, p.f. 1 384°C, căldură masică (la 20°C) 745 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,324 Ω·mm²/m. Din punct de vedere chimic este un metal foarte reactiv. Descompune apa cu degajare de hidrogen. La cald reacționează cu halogenii, sulful etc. formînd diverse combinații chimice care sînt folosite în pirotehnie (focuri de artificii, rachete luminoase etc.). Sub formă de metal nu are aplicații practice. Se păstrează în vase închise sub un strat de ulei de parafină sau petrol.

**STRUCTURĂ,** stare cristalină a metalelor și aliajelor, care se caracterizează prin aspectul, forma, cantitatea și distribuția reciprocă a atomilor fazelor și defectelor rețelei dintr-un sistem. **S.** rezultată prin cristalizare din stare lichidă se numește *structură primară* (de ex.: austenita), iar cea rezultată în urma recristalizării sau a unei transformări de fază în stare solidă se numește *structură secundară* (perlită, ferită etc.). **S.** caracterizată prin dispunerea în șiruri a uneia sau a mai multor faze, obținută prin deformarea plastică sau cristalizarea aliajului se numește *structură în benzi.*

**STRUCTURĂ MOZAIC, SUBSTRUCTURĂ.**

**STRUCTURĂ WIEDMANNSTÄTTEN,** structură secundară a oțelurilor caracterizată prin prezența fazelor proeutectoide (ferită sau cementită) în interiorul grăunților de perlită, de-a lungul planelor de densitate atomică maximă ale austenitei (planele octaedrice). Apare la oțelurile încălzite și menținute timp îndelungat la temperaturi mult peste $Ac_3$ (supraîncălzite). Oțelurile cu astfel de structură (fig. S. 24) sînt

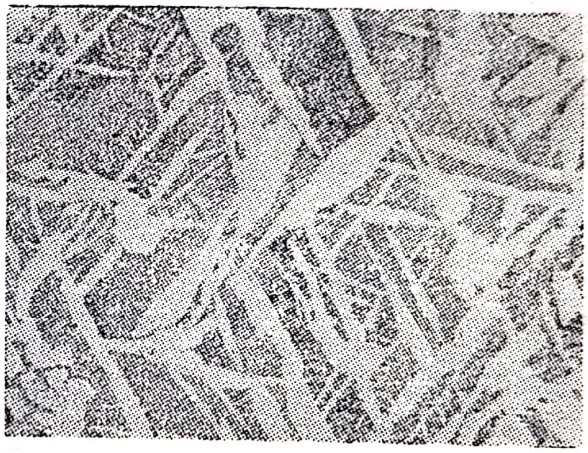


**Fig. S. 24.**

caracterizate prin rezistență și, mai ales, tenacitate mică.

**SUBRĂCIRE,** răcire a metalului sau aliajului sub temperatura de echilibru a transformării de fază la trecerea în altă stare de agregare sau în altă stare alotropică, fără să se producă transformarea de fază. **S.** este necesară deoarece permite inițierea proceselor de cristalizare prin formarea germenilor de cristalizare datorită apariției diferenței de energie liberă între faza lichidă și solidă. Diferența între temperatura de echilibru de fază și temperatura de cristalizare efectivă se numește *grad de subrăcire,* $\Delta T$ dat de relația (fig. S. 25): $T_1 = T_{top} - T_{cristl.1}$; $T_2 = T_{top} - T_{cristl.2}$. Gradul de subrăcire depinde de viteza de răcire, de natura metalului și de puritatea sa

(cu cît metalul este mai pur cu atît subrăcirea este mai mare). Datorită gradului mare de subrăcire, are loc o creștere bruscă a căldurii latente de cristalizare care determină o încălzire intensă a aliajului, temperatura sa apropiindu-se de temperatura echilibrului de fază.

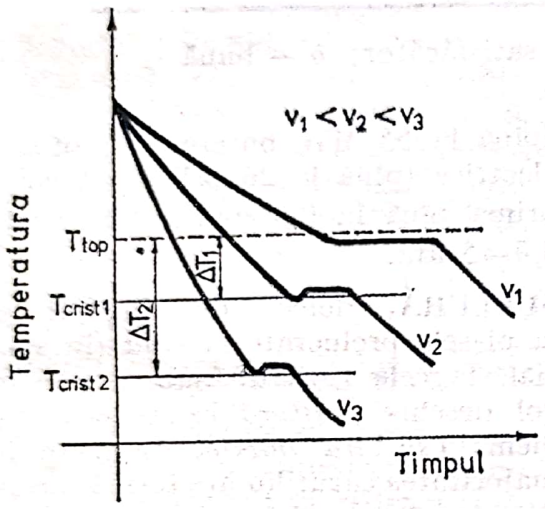



**Fig. S. 25.**

grăunți este definită de → *rețeaua cristalină*. Aranjamentul ordonat al atomilor definit de rețeaua cristalină, constituie forma perfectă, ideală a stării cristaline (fig. S. 26). În cristalele reale însă această așezare ideală a atomilor există numai pe zone, limitate de diferite tipuri de defecte (punctiforme, liniare și de suprafață), a căror orientare diferă față de orientarea zonelor din vecinătate printr-un unghi de ordinul gradelor, mărimea unei zone fiind de $10^{-4}$ — $10^{-6}$ cm. O zonă se numește *bloc cristalin* iar limitele dintre aceste blocuri se numesc *sublimite*. Sin. *structură mozaic*.

**SUDABILITATE,** proprietate a metalelor și aliajelor de a forma, la tehnologii de sudare determinate, îmbinări care să corespundă cerințelor impuse de construcția și exploatarea ansam-

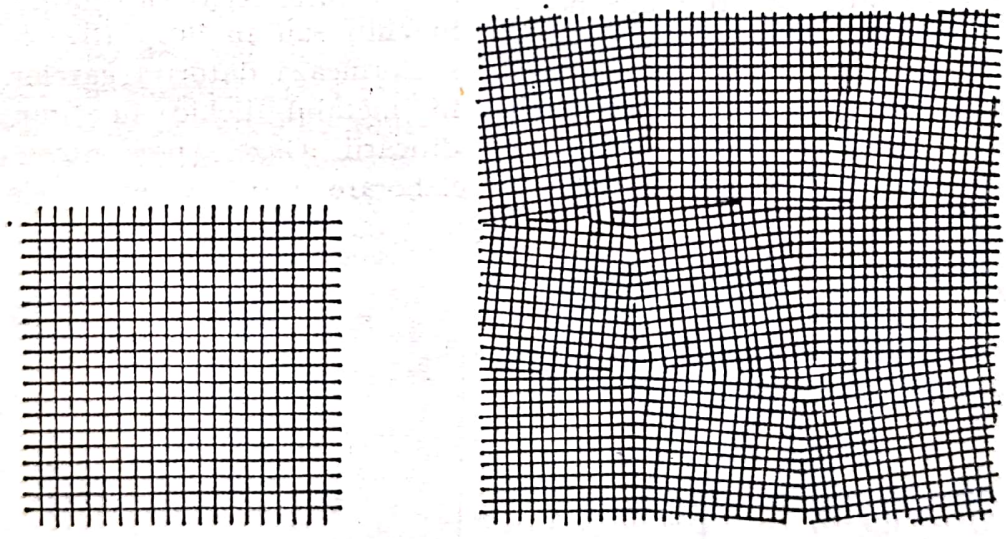



**Fig. S. 26.**

**SUBSTRUCTURĂ,** detalii de structură ce se observă în interiorul grăunților cristalini. Așezarea atomilor în

blului sudat. Se exprimă prin calificative: bun, satisfăcător sau rău sudabil (tabelul 26).

*Tabelul 26*

| Marca oțelului | Aluminiu | Cupru | Monel | Nichel | Oțel carbon | Oțel inoxidabil |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oțel carbon | *n* | *b* | *s* | *s* | *b* | *s* |
| Oțel inoxidabil | — | *s* | *s* | *s* | *s* | *s* |

*Observație:* *n* — nesatisfăcător; *s* — satisfăcător; *b* — bună

**SUFLANTĂ,** compresor pentru comprimarea aerului sau, uneori a altor gaze, la presiuni joase de 0,1—3 ata și de obicei la cantități foarte mari. Sînt folosite în special pentru alimentarea cuptoarelor metalurgice (furnale, convertizoare etc.) cu aer, în industria chimică la comprimarea gazelor etc. După principiul de funcționare există *suflante cu piston* și *suflante cu rotor*, denumite și *turbosuflante*. Tipul cel mai utilizat în prezent, în metalurgie, este turbosuflanta, deoarece poate furniza aer în cantitățile și presiunile necesare proceselor tehnologice. Turbosuflanta este acționată de motoare electrice, turbine cu abur sau turbine cu gaz. Turbosuflantele moderne echipate cu turbine de antrenare (pînă la 55 MW putere) și motoare electrice (pînă la 26 MW) pot comprima pînă la 0,6 mil. $m^3_n/h$ aer la 3,5—5 ata.

**SUFLURĂ,** defect de lingouri și la piesele prelucrate la cald (în special, la cele turnate) sub formă de gol deschis *(suflură exterioară)* sau închis *(suflură interioară)*, care în majoritatea cazurilor are formă rotundă (sferică sau alungită) și suprafețe netede, curate, de culoare argintie; rareori sînt oxidate și prezintă culori de revenire. Apar sub formă izolată, în cuib sau în grup (fig. S. 27) și se formează datorită gazelor rămase în metalul lichid în timpul solidificării. Gazele pot proveni de la elaborare (din componentele încăr-

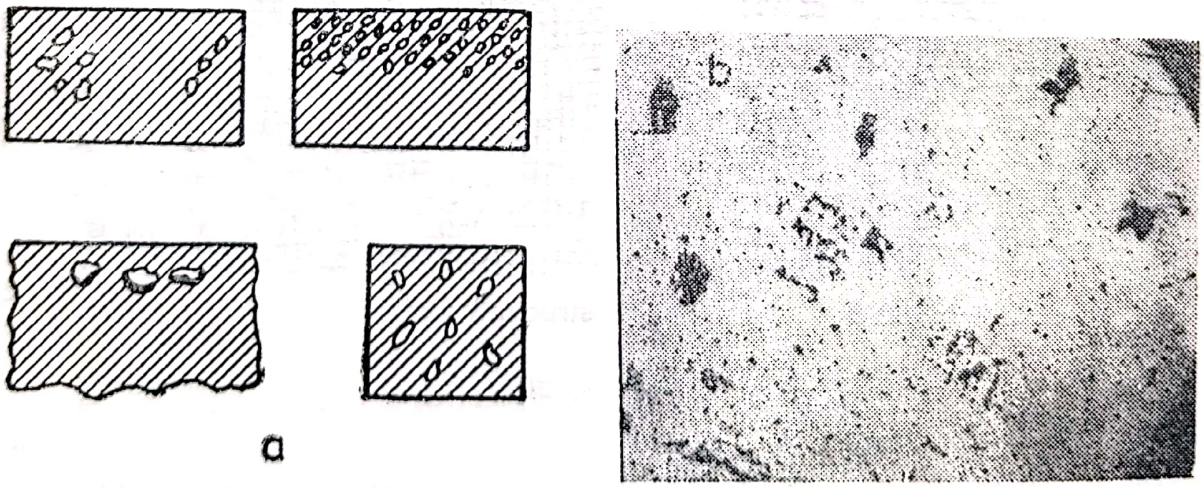



**Fig. S. 27. Suflură:**
*a* — reprezentare schematică; *b* — vedere la o piesă.

căturii, din atmosfera de încălzire a acesteia etc.), din forma în care se toarnă (umiditate mare, lianți, pudre, vopsele cu capacitate mare de a degaja gaze, exces de adaosuri ce conțin hidrocarburi etc.) prin reținere mecanică (insuficientă evacuare a aerului și gazelor din cavitatea formei, permeabilitate insuficientă a formei și miezului, turbulența curgerii metalului lichid în rețeaua de turnare etc.). În cazul pieselor obținute prin deformare plastică **S.** apar de la lingou (sau semifabricatul deformat plastic), sub formă mult alungită, nesudate sau parțial sudate, în direcția deformării, înconjurate de o mică zonă, decarburată la încălzire.

## SUFLURI ACICULARE, SITĂ[2]

**SULFIZARE,** tratament termochimic pentru saturarea suprafeței oțelului sau fontei cu sulf în vederea creșterii rezistenței la uzură și gripare, în condiții de încărcări mijlocii și la ungere insuficientă. Se poate realiza la temperaturi înalte sau joase. *Sulfizarea la temperaturi înalte* se poate realiza în amestec gazos (1% $H_2S$ și 99% $H_2$), la 1 000°C, timp de aproximativ 40 h, în amestec de pulberi (de ex.: 40% S, 59% $Al_2O_3$ și 1% $NH_4Cl$ sau 75% FeS, 20% $Al_2O_3$, 5% $NH_4Cl$), la 560—900°C, timp de aproximativ 6—10 h, în vapori de sulf la $p = 10^{-5}$ Torr și $t = 150—500$°C și prin cufundare în sulf topit la 130°C, timp de 10—15 min urmată de încălzirea și menținerea la 600°C în aer. Se poate realiza un strat sulfizat cu grosime de 0,2—0,4 mm. *Sulfizarea la temperaturi joase* se poate realiza la temperaturi de 180—200°C în băi de săruri (de ex.: 90% KCNS (rodanură de K) și 10% $NH_4CNS$ sau trei părți hiposulfit și două părți KCNS) timp de 1—5 h. Pe suprafața pieselor se obține o peliculă de sulfură de fier cu grosimea de cîțiva microni.

**S.** se aplică sculelor așchietoare (tarozi, burghie), roți dințate ș.a.

**SULFOCIANIZARE,** tratament termochimic pentru saturarea stratului superficial al pieselor de oțel, simultan, cu sulf, azot și carbon prin încălzirea acestora la temperaturi cuprinse între 570—600°C în medii capabile să cedeze C, N și S sub formă activă (de obicei, băi de săruri cu NaCN, $(NH_4)_2CN$, $Na_2S_2O_3$, $Na_2SO_3$, $Na_2S$, $K_2CO_3$, KCl ș.a.). Se aplică pentru creșterea rezistenței la uzură și gripare a pieselor în mișcare.

**SUPERMALLOY,** aliaj de nichel, molibden și fier cu permeabilitate magnetică ridicată, folosit în telefonie, radioelectricitate sau la construcția unor aparate de măsură. Conține: 79% Ni, 5% Mo, 0,5% Mn + Si și 15,5% Fe. După un tratament termic corespunzător, acest aliaj poate realiza o permeabilitate magnetică maximă ($\mu_{max}$) de 800 000 Gs/Oe. Face parte din categoria aliajelor magnetice moi și poate fi deformat plastic.

**SUPERSTON,** bronzuri cu 11—13% Mn, 7—9% Al, 2—4% Fe, 1,5—5% Ni și rest % Cu. Prezintă înalte caracteristici mecanice la temperatură obișnuită ($\sigma_r = 71—87$ daN/mm², $\delta = 25—35\%$, $HB = 200$ daN/mm²; $E = 12\,000$ daN/mm²) și la temperatură înaltă (la 400°C $\sigma_r = 40$ daN/mm²), asociate cu rezistență la coroziune în apa de mare. Se utilizează la executarea prin turnare a elicilor navale. Sin. *novoston*.

**SUPORT PENTRU MIEZ,** piesă metalică ce servește la susținerea miezurilor interioare și la asigurarea distanței dintre miez și formă sau dintre miezuri, în vederea turnării. În fig. S. 28 se prezintă tipurile principale de suporturi pentru miezuri și modurile de fixare a acestora. Înainte de



Scanned with OKEN Scanner

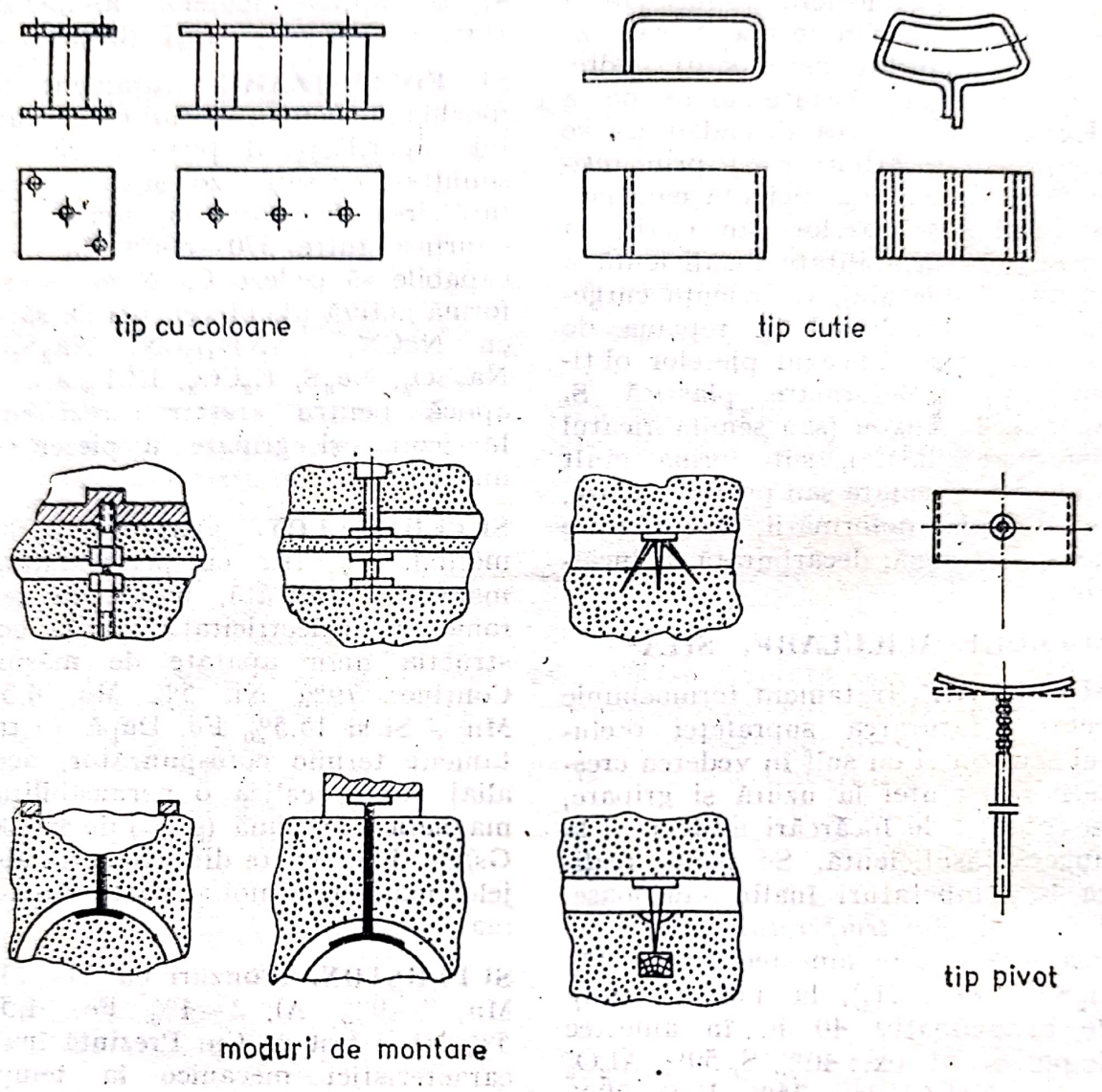



**Fig. S. 28**

montarea în formă **S.** pentru **M.** trebuie, în prealabil, curățite prin sablare, eventual acoperite cu strat protector subțire de staniu și, de asemenea, nu trebuie montate în forma caldă sau ținute timp îndelungat în forma asamblată, pentru a evita apariția defectelor de turnare.

**SUPRAFAȚĂ DE SEPARAȚIE A MODELULUI,** suprafață care desparte modelul în două sau mai multe părți, pentru a crea posibilitatea extragerii modelului din formă, în vederea obținerii cavității în care, după montarea miezurilor, prin turnarea metalului lichid se obține *piesa turnată*. **S. de S. a M.** (fig. S. 29) se poate situa în suprafața de separație a formei *(a)*, la partea inferioară *(b)* sau superioară a formei, pe suprafețele verticale ale formei *(c)*, în interiorul formei *(d)* sau pe o suprafață curbă *(e)*. Elementele componente ale modelului determinate de suprafețele de separație se scot din formă în direcția săgeților.

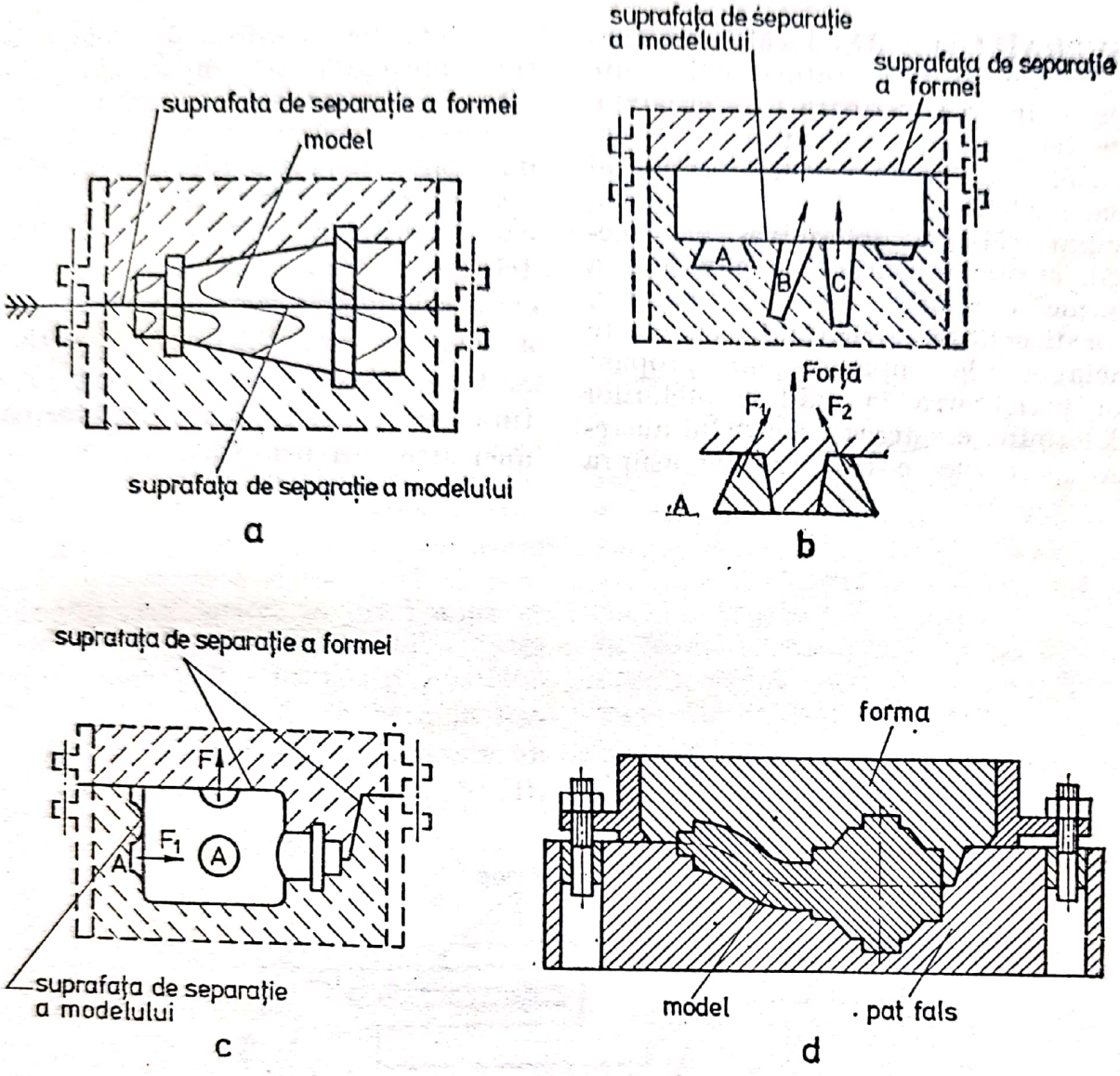
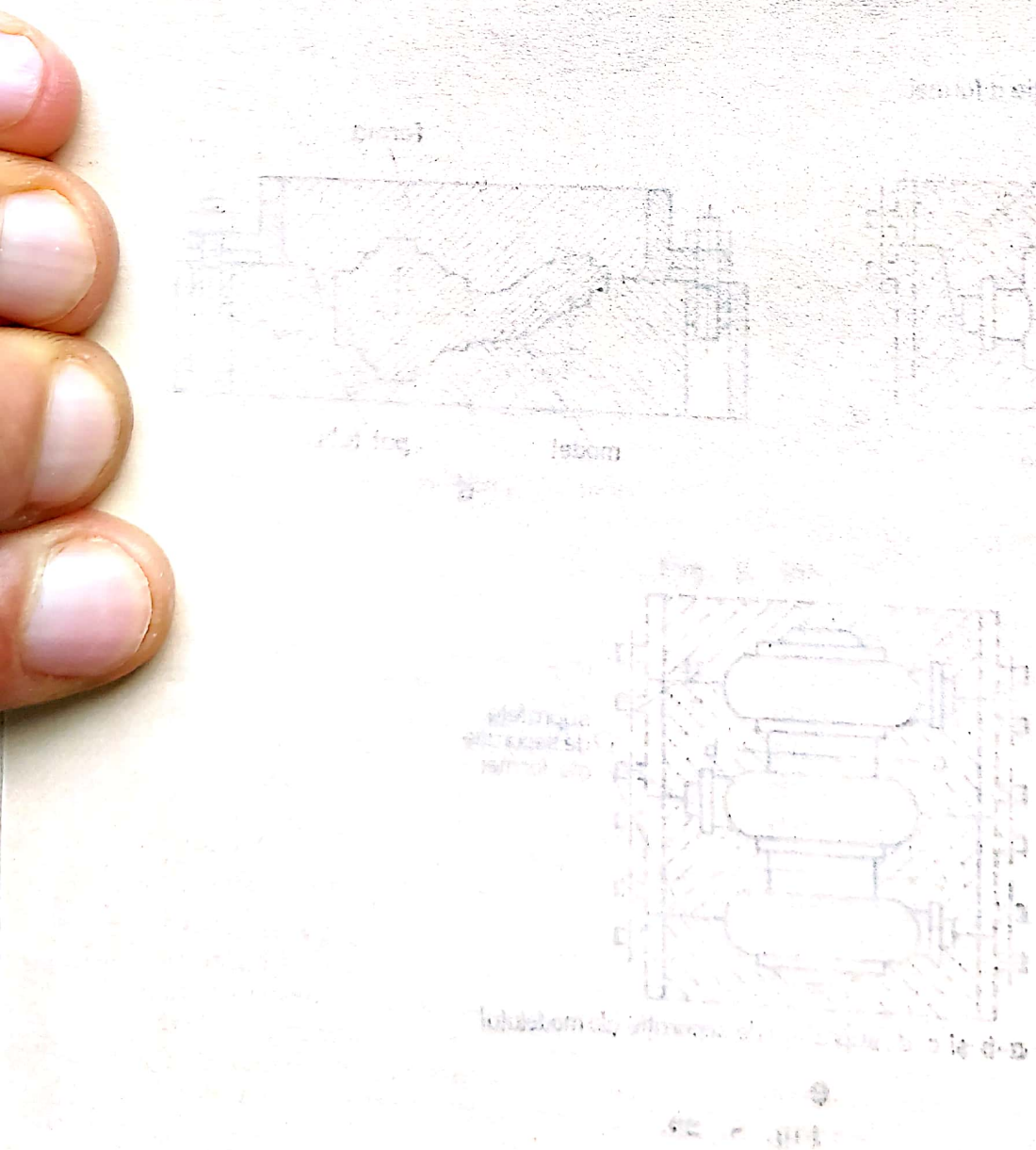

suprafata de separație a formei
model
suprafața de separație a modelului
a
suprafața de separație a modelului
suprafața de separație a formei
A
B
C
Forță
F1
F2
A
b
suprafața de separație a formei
F
F1
A
A
suprafața de separație a modelului
c
forma
model
pat fals
d
suprafețe de separație ale formei
a
b
c
d
a-b și c-d : suprafețe de separație ale modelului
e

Fig. S. 29.

**SUPRAÎNCĂLZIRE,** încălzire a materialelor la temperaturi mai înalte decît limita superioară a intervalului de temperaturi indicat prin tehnologie. La tratamentul termic al materialelor metalice în stare solidă supraîncălzirea determină, în general, creșterea mărimii și modificarea formei cristalelor, fazelor, respectiv, constituenților structurali, cu efecte nefavorabile asupra scopului propus; la prelucrarea la cald a oțelurilor determină creșterea grăuntelui austenitic, cu efecte nefavorabile asupra proprietăților acestora la temperatura obișnuită și asupra eventualului tratament termic ulterior. **S.** materialelor metalice lichide determină creșterea pierderilor prin ardere, înrăutățirea unor proprietăți de turnare (creșterea contracției, tendinței de a forma retasuri, tensiuni etc.), schimbarea compoziției chimice a topiturii etc. Uneori se practică **S.** topiturii și revenirea la temperatura de turnare pentru obținerea unei structuri mai fine.



# Ş

**ŞABLON PENTRU FORMARE SAU MIEZUIRE,** element profilat care servește la executarea cavității formei sau a anumitor miezuri (cu suprafață exterioară corpuri de revoluție, cu secțiune constantă sau rezultate din intersecția a două secțiuni constante) prin rotirea în jurul unui ax vertical sau orizontal (șablon rotativ) sau prin translație (șablon translant). Ca piesă de bază la formarea cu ax vertical se folosește un dispozitiv de șablonare (fig. Ş. 1).

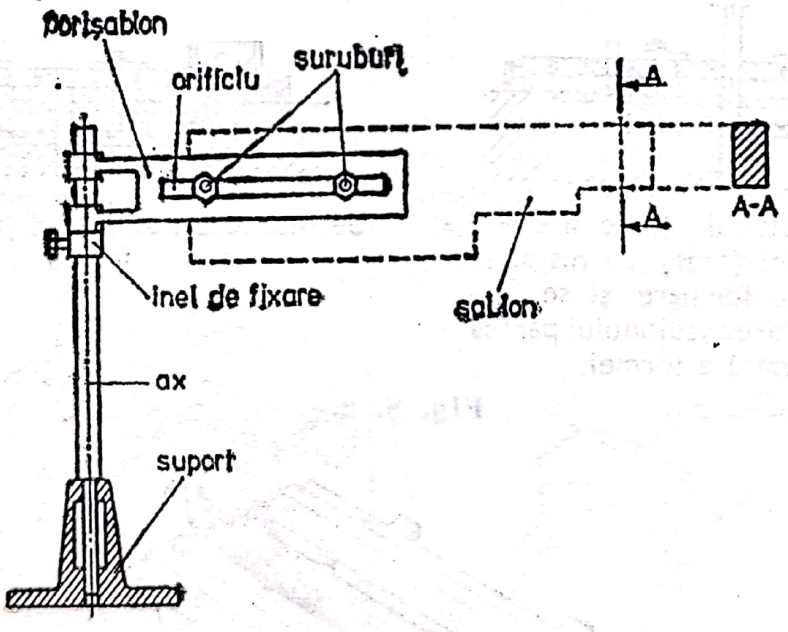


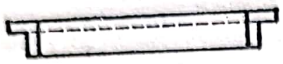

Fig. Ş. 1.

În fig. Ş. 2 se prezintă desenul piesei turnate, șabloanele folosite și etapele formării cu *șablon rotativ cu ax vertical*, și modul de formare cu *șablon rotativ cu ax orizontal*, (fig. Ş. 3) în vederea turnării unei piese.

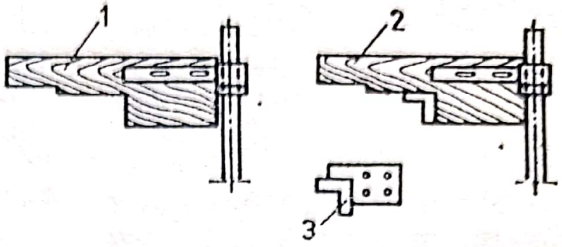
Modul de formare cu *șablon translant* este prezentat în fig. Ş. 4. Piesele turnate obținute după formare cu șablon prezintă: calitate medie a suprafeței, precizie dimensională foarte mică, adaos foarte mare de prelucrare. Pentru obținerea lor se folosesc volum foarte mare de muncă la formare, materiale de formare și ajutătoare cu cost mic, scule și documentație de cost foarte mic.

**ŞARJĂ,** cantitate de metal sau aliaj care se poate obține dintr-un cuptor de elaborare, într-o anumită perioadă de timp. De obicei, se consideră o Ş., cantitatea de metal sau aliaj rezultat la o descărcare a cuptorului.

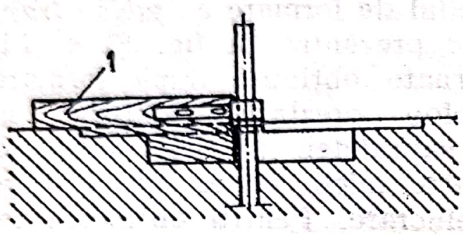
Scanned with OKEN Scanner



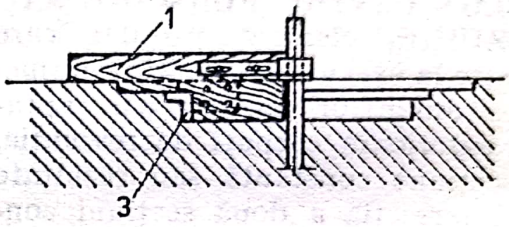
Desenul piesei turnate



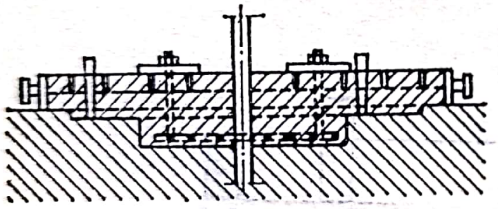

Șablon pentru partea interioară a piesei turnate (*1*) și șablon pentru partea exterioară (2)



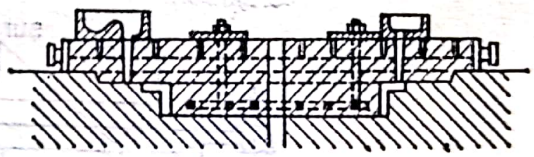

Formarea în solul turnătoriei a părții interioare a piesei turnate




Se scoate partea superioară a formei, se montează șablonul *1* la care se fixează adaosul *3* și se formează, prin rotirea șablonului, partea interioară a formei



Se scoate șablonul *1*, se acoperă forma cu pudră (praf) de nisip, se așază rama de formare și se formează prin rotirea șablonului partea superioară a formei.



Se montează, se usucă și se asigură forma

**Fig. Ş. 2.**

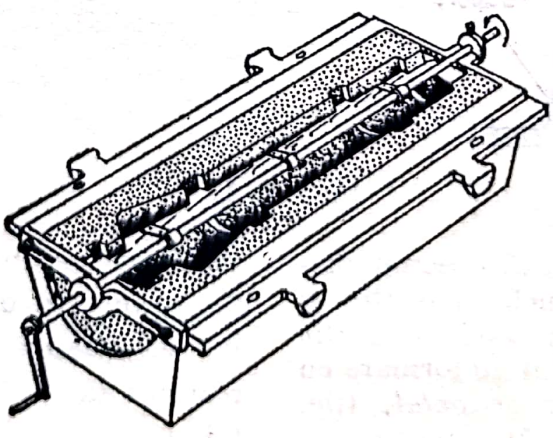
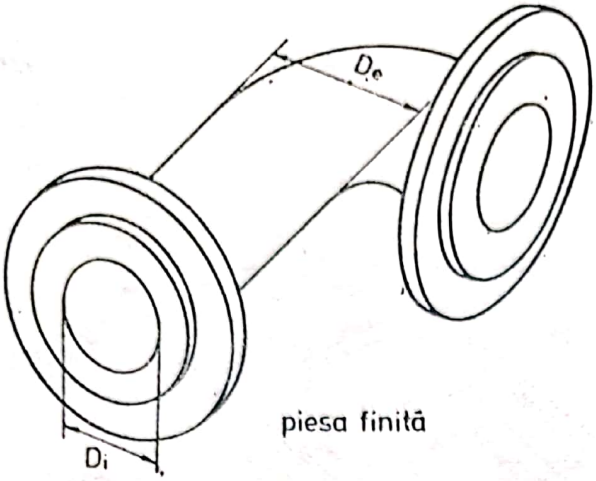
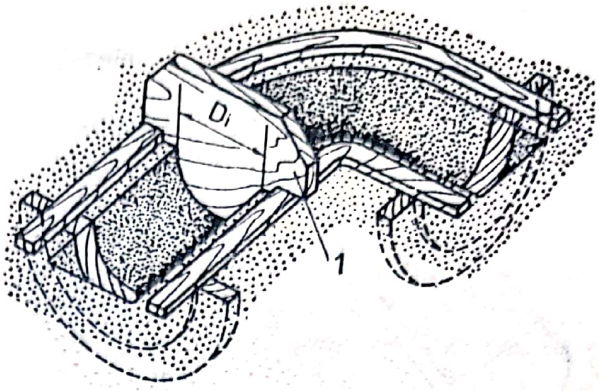


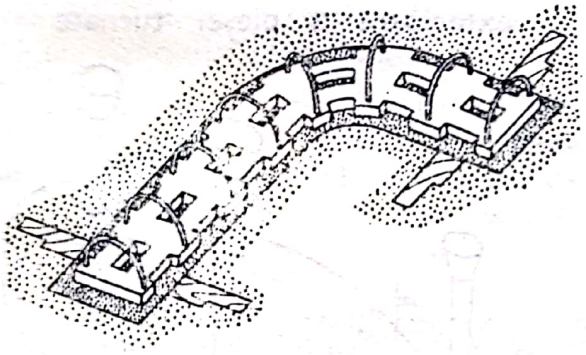
**Fig. Ş. 3.**

Scanned with OKEN Scanner

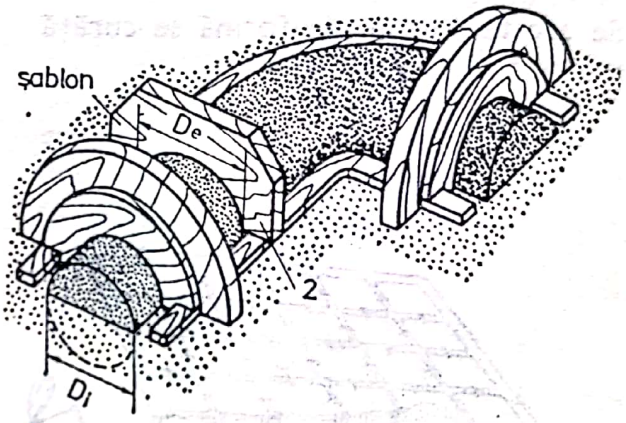


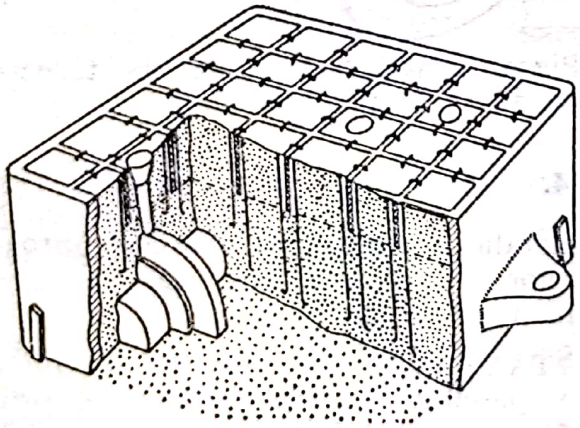

Se execută patul de formare, se introduc jumătățile de model de flanșă și cu șablonul *1* deplasat prin translație pe ghidaje se formează partea interioară a cavității formei



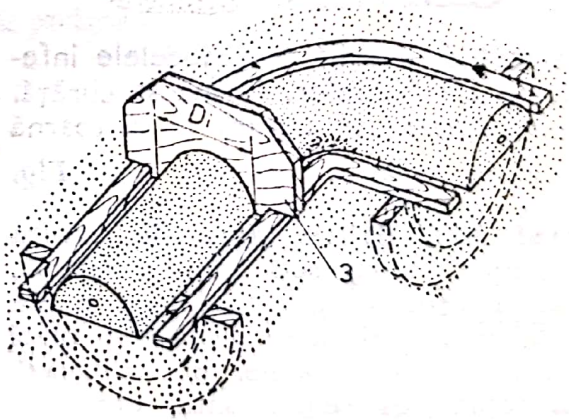
Se scot ghidajele, se acoperă cavitatea obținută cu hîrtie, se umple cu amestec de miez, se așază armătura de bază și inelară a miezului




Se așază din nou ghidajele șablonului, se îndeasă amestec de miez pînă puțin peste armătura inelară și se șablonează deplasînd translant pe ghidaje șablonul 2 pentru obținerea părții exterioare a piesei.



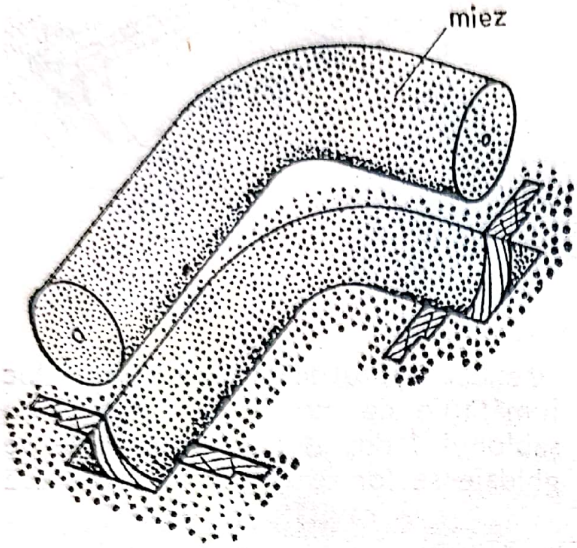
Se scot ghidajele, se reașază semimodelele flanșelor, se acoperă miezul cu hîrtie, se așază rama de formare și se execută semiforma superioară, detașabilă



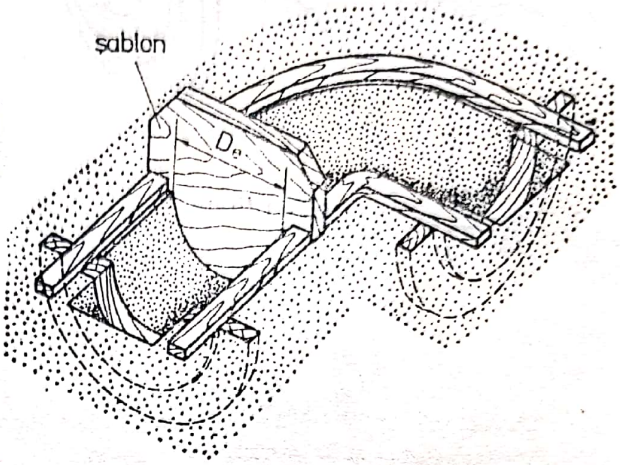

Se scoate semiforma superioară cu semimodelele flanșelor, se așază ghidajele și cu șablonul 3 se execută partea superioară a miezului

**Fig. Ș. 4.**

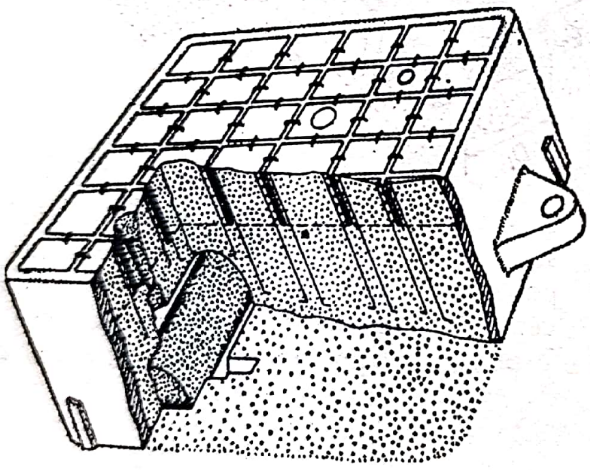
Scanned with OKEN Scanner



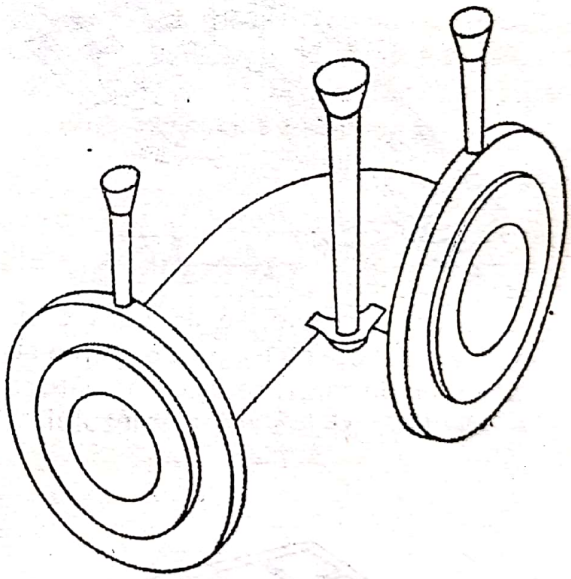

Se scoate miezul din formă se curăţă şi se usucă




Se reaşază ghidajele şi cu şablonul 4 se execută semiforma inferioară în partea exterioară a piesei turnate



Se scot din formă semimodelele inferioare ale flanşelor, forma se curăţă, se montează, se asigură şi se toarnă



Piesa turnată cu reţeaua de turnare şi alimentare

**Fig. Ş. 4.**

**ŞIST BITUMINOS,** rocă de natură marnoasă, argiloasă sau silicioasă, care conţine asfalt sau bitum şi are proprietatea de a se desface în plăci cu suprafeţe paralele. Se utilizează a fabricarea semicocsului etc.

**ŞMELŢ,** amestec de granule de zinc metalic şi granule de zinc oxidate superficial (conţine cca 90% zinc metalic) condensat în alonjele cuptoarelor cu retorte orizontale folosite în metalurgia zincului.

**ŞTANŢARE,** procedeu de obţinere a pieselor din table sau benzi prin tăiere sau deformare plastică. Are loc la rece folosind matriţe speciale numite *ştanţe,* cu ajutorul cărora se decupează din table sau benzi,

piese de forme și dimensiuni foarte diferite, de la 25 mm pînă la 2 m lungime. Prin Ș. se mai pot executa și anumite deformări plastice cum sînt: îndoirea, nervurarea, profilarea etc. Operațiile de ștanțare se realizează mecanic cu ajutorul preselor mecanice, adaptate la condițiile de lucru specifice acestor operații și anume: viteză de lucru sporită, putere ridicată, precizie mare, dispozitive de siguranță etc. Prin automatizarea avansului și a scoaterii pieselor fabricate s-au realizat prese care asigură o cadență pînă la 700 curse/min. Procedeul se folosește pentru obținerea pieselor de serie mare utilizate în industria electrotehnică, în construcția de autovehicule, radiotehnică etc.

**ȘTANȚĂ,** utilaj cu ajutorul căruia se fabrică piese prin tăierea sau deformarea plastică a tablelor sau a benzilor. Sînt compuse, în general, din două părți care se asociază în timpul funcționării: în placa inferioară pe care se găsește montată matrița și care se așază pe masa presei și placa superioară, pe care se află poansonul pentru perforarea materialului și care se montează pe traversa mobilă a presei. Pentru ca axele poansonului și ale matriței să coincidă, placa superioară este ghidată, în raport cu placa inferioară, prin intermediul unor tije care se introduc în bucșele de ghidare ale acestor plăci. Din punct de vedere tehnologic și constructiv pot fi *ștanțe cu acțiune simplă,* cu ajutorul cărora se execută o singură operație (ștanțe de decupat, ștanțe de perforat, ștanțe de retezat etc.) și ștanțe cu acțiune combinată care permit realizarea mai multor operații, simultan sau succesiv. În cazul *ștanțelor cu acțiune combinată* banda se introduce lateral și avansează pînă la atingerea unui opritor. O productivitate ridicată este asigurată de *ștanțele cu acțiune succesivă și combinată* (fig. Ș. 5) cu ajutorul cărora se pot executa operații de: decupare, perforare, ambutisare etc. Se confecționează din oțel de scule obișnuit și aliat (poansonul și matrița) și din fontă (plăcile de fixare).

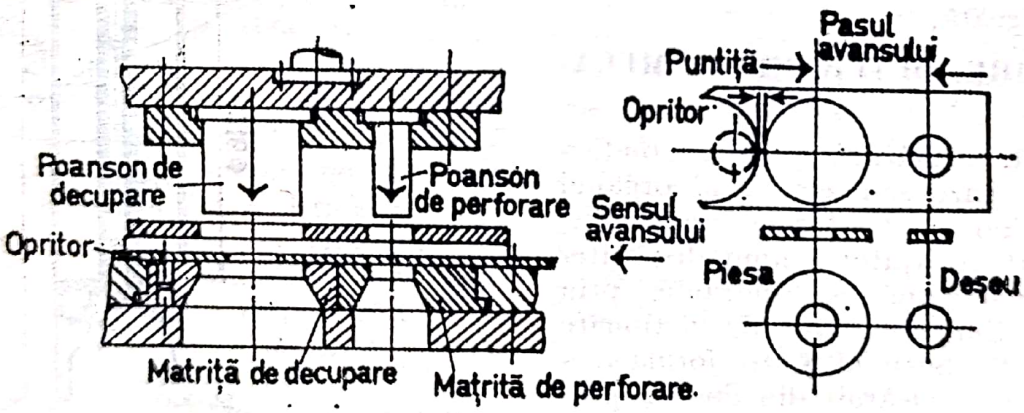



Fig. Ș. 5.

**ȘTEAMP,** mașină pentru sfărîmarea minereurilor, alcătuită dintr-o serie de greutăți metalice cu tije, numite *săgeți,* care sînt lăsate să cadă liber peste minereu într-o piesă numită *piuă.* Ridicarea săgeților se face cu ajutorul unui ax cu came, așezat orizontal și care acționează asupra unor manșoane fixate pe săgeți. Fiecare săgeată are un opritor pentru limitarea cursei. Piua este fabricată

din fontă, baza și părțile sale laterale fiind prevăzute cu plăci de protecție. Materialul de alimentare adus în Ș. are, de obicei, dimensiuni sub 50 mm, putînd fi sfărîmat pînă la 1 mm. Numărul de lovituri al săgeților se alege între 90—100/min, iar înălțimea de cădere între 150 și 250 mm. Pentru materiale dure sînt necesare înălțimi de cădere mari și un număr de lovituri mai mic. Tija săgeții, fabricată din oțel, are o lungime de 3—5 m și un diametru de 6—10 cm. Săgeata avînd o greutate mare (180—850 kg) sfărîmă, prin lovire, materialul aflat sub ea în piuă. Sfărîmarea se face la umed, iar în cazul cînd se sfărîmă material aurifer, în interiorul piuei se fixează niște plăci (plăci de amalgamare), care servesc la extragerea aurului. Consumul de apă pentru sfărîmare este de 15—20 $m^3/t$ minereu sfărîmat, iar capacitatea de prelucrare este de 3—6 t/zi pentru fiecare săgeată.

**ȘTIRBIRE, DETERIORARE MECANICĂ.**

**ȘUBER,** armătură pentru conductele de gaze sau aer avînd organul de închidere de forma unui disc, deplasat cu ajutorul unui dispozitiv electromagnetic sau hidraulic prin intermediul unei tije de acționare (fig. Ș. 6). Scaunul Ș. are forma inelară și este alcătuit din două suprafețe verticale de așezare a discului. Etanșeitatea închiderii se realizează datorită presiunii pe care o exercită fluidul asupra discului care se așază pe una din suprafețele scaunului. Atît scaunul cît și discul se execută din tablă de oțel pentru conducte a căror diametre nominale depășesc 400 mm. Pentru fluide calde scaunul și discul Ș. se răcesc în interior cu apă.

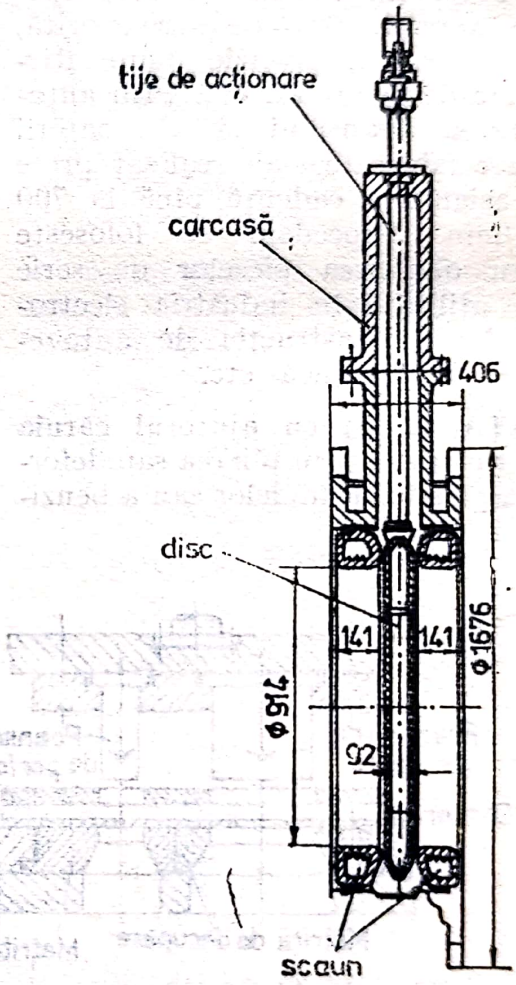



Fig. Ș. 6.

# T, T

**TABLĂ,** produs metal plat, laminat la cald sau la rece, livrat în foi sau rulouri. Tablele din oțel se clasifică în: *tablă subțire* laminată la cald sau la rece, cu grosimea pînă la 3 mm exclusiv; *tablă mijlocie* laminată la cald, cu grosimea de la 3 mm pînă la 4,75 mm; *tablă groasă* laminată la cald, cu grosimea peste 4,75 mm (la table din oțel, pînă la 150 mm).

**tablă cositorită,** tablă subțire decapată și cositorită pe cale termică pe ambele fețe. În general tablele cositorite au grosimea de max. 0,60 mm, iar cantitatea de staniu depusă pe ambele fețe trebuie să fie cuprinsă între 0,25 și 0,45 g/dm$^2$ La cositorire se recomandă folosirea unui staniu avînd puritatea de min. 99,75% Sn. **t. c.** se supune la încercarea de ambutisare Ericksen. De asemenea, trebuie să prezinte o suprafață curată, lucioasă, fără crăpături sau pete de rugină etc.

**tablă decapată,** tablă laminată avînd suprafața curățată de oxizi prin metode chimice. Este destinată fabricării obiectelor care necesită o suprafață netedă și curată sau pentru ambutisare obișnuită. Suprafața tablei trebuie să fie curată, netedă, lipsită de țunder (oxid de fier), fără sufluri, exfolieri, crăpături etc. Se livrează în mod normal în stare recoaptă, iar la cererea beneficiarului se poate livra în stare nerecoaptă.

**tablă neagră,** tablă din oțel carbon obișnuit cu grosimea cuprinsă între 0,25 și 1,0 mm obținută prin laminare la cald avînd suprafața acoperită cu un strat subțire de oxizi. Se utilizează mai ales la lucrări de tinichigerie livrîndu-se, în mod obișnuit, la lățimea de 500—1 000 mm și la lungimea de 700—2 000 mm. Suprafața tablelor trebuie să fie netedă, lipsită de pojghițe, crăpături sau pete de rugină.

**tablă placată,** produs plat, laminat la cald sau la rece și compus din mai multe straturi din materiale sau metale diferite.

**tablă silicoasă,** tablă din oțel cu conținut de siliciu cuprins, în mod frecvent, între 0,5 și 4,5%, laminată la cald sau la rece, care servește la construcția mașinilor și aparatelor electrice cu fluxuri magnetice variabile. Se laminează în foi subțiri, cele mai utilizate foi fiind cele cu grosimea cuprinsă între 0,2 și 0,5 mm. **t. s.** de 0,2 mm se folosește la realizarea circuitelor magnetice cu frecvența cîmpului magnetic ridicată. Tabla de 0,35 mm se utilizează, în special, la fabricarea transformatoarelor electrice de forță, iar cea de 0,5 mm la fabricarea motoarelor și a generatoarelor electrice. După unele prelucrări mecanice sau prin deformare plastică (tăiere, ștanțare, îndoire), la **t. s.** laminate la cald, se formează o serie de tensiuni interne care se înlătură printr-un tratament termic de recoacere, la 800°C, în atmosferă de protecție. Cea mai des folosită este **t. s.** laminată la rece, avînd caracteristici magnetice superioare celei laminate la cald, în direcția de laminare și o suprafață netedă. **t. s.** laminate la rece conțin

Scanned with OKEN Scanner

3,0—3,3% Si și se produc la grosimi mai mici de 0,35 mm. Dintre caracteristicile lor fizice se menționează: inducția de saturație de 20 300 Gs; cîmp coercitiv de 0,2 Oe, temperatura Curie de 746°C și densitatea 7,65 kg/dm³. Indiferent de tratamentul aplicat se observă că odată cu creșterea conținutului de siliciu tabla devine mai dură, ceea ce îngreuiază foarte mult prelucrarea ei prin ștanțare și pilire.

**TALC,** $Mg_3[(OH)_2Si_4O_{10}]$, silicat natural de magneziu hidratat, cristalizat în sistemul monoclinic. Este moale (duritate 1 pe scara Mohs), unsuros, flexibil, cu aspect sidefos. Are culoare albă-verzuie, albă-cenușie, galbenă-roșietică sau brună și densitatea 2,7 kg/dm³. Se utilizează în turnătorii ca pudră de protecție, sub formă de pulbere; trebuie să îndeplinească o serie de condiții de calitate (tabelul 27).

*Tabelul 27*

| Tipul | Calitatea | CaO stabil în acid (% max.) | MgO (% min.) | $SiO_2$ (% min.) | $Fe_2O_3$ (% max.) | Pierderi la calcinare (% max.) | Umiditate (% max.) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | bulgări | măcinat |
| A | I | 15 | 22 | 45 | 1,0 | 12 | 8 | 1 |
| | II | 25 | 18 | 35 | 1,5 | 20 | 8 | 1 |
| | III | 33 | 14 | 28 | 2,0 | 25 | 8 | 1 |
| B | | 5 | 20 | 45 | 10,0 | 8 | 8 | 1 |

**tablă striată,** produs plat laminat la cald, avînd pe o singură față nervuri care se întretaie formînd romburi. Trebuie să prezinte suprafețele curate, fără zgură, incluziuni, sufluri, fisuri etc. Se livrează, în mod obișnuit, la grosimi cuprinse între 5 și 10 mm.

**tablă zincată,** tablă subțire din oțel carbon obișnuit, laminată la cald și zincată pe ambele fețe cu un strat subțire de zinc. Pentru tablele cu grosime pînă la 0,8 mm inclusiv, zincarea se face prin metoda umedă, iar în cazul tablelor cu grosimea peste 0,5 mm se aplică zincarea prin metoda uscată. Grosimea stratului de zinc trebuie să corespundă unei cantități de 350 g/m², pe ambele fețe. Este destinată pentru scopuri industriale sau pentru învelitori. Nu se recomandă să se prelucreze prin ambutisare.

**TALIU,** Tl, element metalic din grupa a III-a principală a sistemului periodic, cu numărul atomic 81, masa atomică 204,37, valența I, III. A fost descoperit (1861) pe cale spectrală de W. Crookes. Deoarece culoarea liniilor sale spectrale era de un verde intens, a fost denumit taliu de la cuvîntul grecesc *tallos* = ramură verde. În natură se găsește liber, în cantități mici, însoțind unele minereuri (blendă, calcopirită, pirită și galenă). Pe o suprafață tăiată proaspăt are culoare alb-argintie, care devine gri-albastră în contact cu aerul. Cristalizează în sistemul hexagonal compact și nu prezintă și alte forme alotropice. Este un metal rar, mai moale ca plumbul (densitatea 11,85 kg/dm³); are p.t. 304,5°C și p.f. 1 457°C. La temperatură obișnuită este stabil în aer; este atacat de halogeni și de unii acizi iar la

cald reacționează cu oxigenul și sulful. Combinațiile chimice ale taliului sînt toxice. Ca metal este folosit la elaborarea unor aliaje pentru lagăre și aliaje anticorosive (antiacide), la fabricarea celulelor fotoelectrice sensibile la radiațiile infraroșii și fabricarea semiconductorilor.

**TANTAL,** Ta, element metalic din grupa a V-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 73, masa atomică 180, 948, valența II, III, IV, V. A fost descoperit (1802) de A. G. Eckeberg care i-a dat denumirea după numele personajului mitologic Tantal. Se găsește răspîndit în natură numai sub formă de combinații și în cantități mici. Are culoare albargintie și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, fără a prezenta alte forme alotropice. Metal greu fuzibil cu o foarte bună conductibilitate electrică, **T.** are p.t. 3 010°C, densitatea 16,69 kg/dm³, p.f. 5 425°C, căldura masică (la 20°C) 142 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0,552 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,124 $\Omega \cdot mm^2/m$. Din punct de vedere mecanic poate fi caracterizat ca un metal dur, foarte tenace, elastic și ductil. În funcție de gradul de puritate rezistența la tracțiune a unei table din tantal, în stare recoaptă, poate varia între 32 și 46 daN/mm², iar duritatea Brinell cuprinsă între 30 și 220. Are o bună rezistență mecanică la temperaturi înalte. Este foarte rezistent din punct de vedere chimic; nu este atacat de acizi (cu excepția acidului fluorhidric) și nici chiar de apa regală. La rece, absoarbe hidrogenul și prin încălzire la o temperatură peste 200°C absoarbe și azotul, devenind casant. Se utilizează la confecționarea unor aparate de laborator, la schimbătoare de căldură, vase de absorbție, serpentine de încălzire și în chirurgie. O mare cantitate de **T.** este utilizată sub formă de ferotantal la elaborarea oțelurilor inoxidabile și a unor aliaje speciale.

*METALURGIA TANTALULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate a acestuia. În vederea extragerii tantalului, minereurile de tantal (în principal tantalitul) se concentrează. Concentratul obținut, pe lîngă tantal, conține și niobiu. În prima etapă a procesului de extracție se urmărește descompunerea tantalitului în tantalat de sodiu, $Na_5TaO_5$ și niobat de sodiu, $Na_5NbO_5$. Operația are loc prin topire cu hidroxid de sodiu, la 800°C. Produsul obținut se dizolvă în apă, iar nămolul rămas se tratează cu acid clorhidric. Toate impuritățile trec în soluția formată, cu excepția pentoxidului de tantal și de niobiu care formează reziduul. În etapa următoare are loc separarea tantalului de niobiu; amestecul celor doi oxizi se dizolvă în acid fluorhidric după care se adaugă o soluție de difluorură de potasiu. Ca urmare, tantalul se separă sub formă de cristale de fluorură de potasiu și tantal, $K_2TaF_7$. În final tantalul se obține prin electroliza fluorurei de tantal și potasiu topite (ce se realizează într-un recipient din fontă care se folosește drept catod, anodul fiind format dintr-un electrod din grafit) sau prin procedeul Bolton. După **procedeul Bolton,** tantalul se obține prin reducerea cu sodiu a fluorurei de tantal și potasiu, la 600°C, după reacția: $K_2TaF_7 + 5Na = Ta + 5NaF + 2KF$. Operația are loc într-un cuptor cu creuzet din oțel. Topitura rezultată, în care tantalul se află dispersat, se tratează cu apă, acid sulfuric și în final, cu acid clorhidric diluat pentru separarea tantalului. Tantalul produs cu ajutorul acestui procedeu se prezintă în stare pulverulentă. În ambele procedee tanta-

Scanned with OKEN Scanner

lul se obține sub formă de pulbere metalică care se poate presa și sinteriza, rezultînd blocuri de 5—10 kg. Rafinarea tantalului se face prin retopire cu ajutorul arcului electric în vid. O rafinare și mai eficace se realizează prin topirea tantalului într-un cuptor cu fascicul de electroni sau într-un cuptor cu plasmă.

**TANTALIT,** (Fe, Mn) $(Nb, Ta)_2O_6$, mineral complex de tantal, niobiu, fier și mangan, de culoare neagră, gri sau brună. Cristalizează în sistemul tetragonal și ortorombic, are duritatea 6 (scara Mohs) și densitatea 5,3 kg/dm³. Se găsește în R. F. Germania, Italia, U.R.S.S., Brazilia, S.U.A. etc. Se folosește ca materie primă în metalurgia tantalului.

**TEHNEȚIU (TECHNEȚIU),** Tc, element metalic din grupa a VII-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 43, masa atomică 99, valența II, III, IV, VI, VII. A fost descoperit (1937) de E. Segré și colaboratorii săi. Metal radioactiv **T.** nu se găsește în natură, fiind obținut pe cale artificială prin iradierea molibdenului cu deuteriu. Produșii de dezintegrare nucleară a uraniului—235 conțin cca 6% **T.** Cristalizează în sistemul hexagonal compact; nu mai are alte forme alotropice. Greu fuzibil, are densitatea 11,49 kg/dm³, p.t. 2127°C și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,175 $\Omega \cdot mm^2/m$. Face parte din categoria metalelor supraconductibile, rezistivitatea sa electrică fiind zero la temperatura de —264, 8°C. Formează unele combinații stabile. Domeniul său de utilizare este limitat; pertehnețiatul de potasiu ($KTcO_4$) se folosește ca inhibitor în protecția anticorosivă a oțelurilor.

**TERMIT,** amestec, sub formă de praf, de aluminiu și oxid al unui metal (de obicei, oxid de fier). Prin aprindere se produce o reacție chimică în cursul căreia aluminiul se combină cu oxigenul oxidului, punînd în libertate metalul respectiv. Reacția se produce cu dezvoltare mare de căldură, metalul redus fiind obținut în stare topită. Este folosit în aluminotermie.

**TETRAEDRIT,** $3Cu_2S \cdot Sb_2S_3$, mineral de cupru și stibiu, cristalizat în sistemul cubic. Prezintă culoarea cenușie cu nuanțe brune. Conține: 22—53% Cu, max. 29,2% Sb și 26,6—29,1% S, la care se mai adaugă în diverse proporții Ag, Zn, Fe, Ni, Co, As și Bi. Are densitatea 4,4—4,5 kg/dm³ și duritatea 3—4 (scara Mohs). În țara noastră se întîlnește la Baia Borșa, Săcărîmb, Zlatna, Roșia Montană, Oravița, Cavnic. Se găsește în R. F. Germania, S.U.A., U.R.S.S., Mexic, Chile. Se utilizează ca minereu de cupru și stibiu.

**TEXTURĂ,** orientare cristalografică preferențială a grăunților într-un material policristalin, rezultată după o anumită prelucrare plastică *(textură de deformare, textură termică* sau *textură de recristalizare)* sau de altă natură. Se definește cu ajutorul axelor cristalografice care coincid cu direcția determinată în piesă: cu axa la sîrme sau bare, cu suprafața sau direcția de laminare la tablele sau benzile laminate. În piesele policristaline grăunții pot avea una sau mai multe orientări prioritare. În materialele policristaline **T.** determină apariția anizotropiei de proprietăți. În unele cazuri se urmărește intenționat obținerea **T.** (oțel de transformator, oțel de ambutisare adîncă, aliaje pentru magneți permanenți), iar în altele se evită (în cazul aliajelor de cupru și de aluminiu pentru ambutisare adîncă).

**THOMAS, SIDNEY GILCHRIST** (n. 16 apr. 1850, Londra — m. 1 febr. 1885, Paris), metalurg britanic. Cer-

Scanned with OKEN Scanner

cetări în domeniul procedeelor de elaborare a fontei și oțelului. În colaborare cu Percy Carlyle Gilchrist a descoperit (1875) metoda bazică de defosforare a fontelor sau procedeul Thomas-Gilchrist în convertizoare căptușite cu dolomită (*convertizoare Thomas*). A perfecționat mașinile de scris.
**Op. pr.:** *Elimination of Phosphorus in the Bessemer Converter* (1879).

**THURINGIT,** silicat de fier și aluminiu cristalizat în sistemul monoclinic, de culoare verde măslinie pînă la neagră-verzuie. Are duritatea 2—2,5 (scara Mohs) și densitatea 3,15—3,19 kg/dm³. Conține: 19,8—39,3% FeO, 7,2—31,7% $Fe_2O_3$, 15,6—25,1%, $Al_2O_3$, 19,4—28,8% $SiO_2$, 4,6—13,2% $H_2O$. Ca impurități se cunosc MgO (pînă la 6%), CaO (pînă la 1,9%), MnO (pînă la 2,7%), $P_2O_5$ (pînă la 1,2%) etc. Se găsește în R. D. Germană în Thuringia (de unde și numele), Austria, R.S.C., S.U.A. În cazul cînd se află în cantități mari poate prezenta importanță industrială ca minereu de fier, conținînd pînă la 40% Fe. Prin alterare se îmbogățește în hematit.

**TIMKENALLOY,** oțel aliat, refractar și austenitic. Conține: 16% Cr, 25% Ni și 6% Mo. La temperatura de 700°C are rezistența de rupere la tracțiune 47 daN/mm².

**TINIDUR,** oțel aliat, refractar și austenitic. Conține: 15% Cr, 30% Ni și 2% Ti. La temperatura de 700°C prezintă o rezistență de rupere la tracțiune de 500 daN/mm².

**TIRAJ,** circulație a unui gaz într-o conductă, generată de diferența de presiune între extremitățile conductei sau între două secțiuni ale acesteia. **T.** realizează transportul gazelor de ardere produse în focar peste suprafețele de încălzire și evacuarea lor în atmosferă. Uneori este folosit și pentru alimentarea focarului cu aer comburant. Se poate realiza natural sau artificial în funcție de modul în care se obține diferența de presiune. În cazul *tirajului natural*, aceasta se realizează prin intermediul unui coș de fum, datorită tendinței gazelor fierbinți de a se ridica sus. Diferența de presiune creată în coș, trebuie să fie cu 10—15% mai mare decît pierderile de presiune calculate pentru cazul unei eventuale intensificări a funcționării cuptorului sau a măririi rezistenței în canalele de fum. În cazul cînd pe traseul gazelor se produc pierderi de presiune mari datorită rezistențelor locale, temperaturii scăzute a gazelor sau datorită unui **T.** insuficient al coșului se folosesc coșurile cu *tiraj artificial*. Acesta se realizează cu ajutorul unui ventilator sau exhaustor, care antrenează gazele.

**TITAN,** Ti, element metalic din grupa a IV-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 22, masa atomică 47,90, valența II, III, IV. A fost identificat de W. Gregor (1791) și de M. H. Klaproth (1795). În natură se găsește în cantități importante sub formă de combinații (ilmenit, perowskit). Unele particularități ale **T.** printre care, în special, marea afinitate la cald față de oxigen, au constituit serioase impedimente pentru procedeele de obținerea metalului pur. A fost extras din minereurile sale abia în 1930. Acest motiv, precum și o serie de proprietăți speciale pe care le posedă au determinat ca **T.** să fie considerat metal rar, ceea ce este în contradicție cu larga lui răspîndire în natură. Metal alb-argintiu se prezintă sub două forme alotropice: titan α stabil pînă la temperatura de 882°C, cu sistemul de cristalizare hexagonal compact și titan β, stabil la temperaturi de peste 882°C care cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat. Are densitatea 4,505 kg/

Scanned with OKEN Scanner

dm³, p.t. 1 668°C, p.f. 3 260°C, căldura masică (la 20°C) 540 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0,160 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,554 Ω·mm²/m. **T.** posedă o bună plasticitate. Proprietățile sale mecanice sînt puternic influențate de conținutul în anumite impurități și de gradul de deformare la rece. La temperaturi înalte manifestă o mare afinitate față de oxigen, azot, hidrogen și carbon care îi modifică substanțial caracteristicile mecanice. În stare de puritate avansată, rezistența de rupere la tracțiune este 22—26 daN/mm², iar alungirea $\delta =$ = 60%. Oxigenul mărește rezistența de rupere la tracțiune însă micșorează alungirea și deci plasticitatea. Azotul și hidrogenul îl durifică și fragilizează; în consecință rezistența de rupere la tracțiune poate ajunge 70—80 daN/mm², iar alungirea să scadă pînă la $\delta = 10-12\%$. De asemenea, duritatea poate fi modificată de la *HB* = 95 la HB = 185. Prezintă o activitate chimică redusă. La temperaturi ridicate formează combinații chimice cu oxigenul, hidrogenul, azotul, sulful, carbonul și halogenii. În prezența oxigenului se oxidează formînd la suprafață o peliculă de oxid care îl protejează contra coroziunii la: acid sulfuric, dioxid de sulf, acid acetic, acid azotic, hidrogen sulfurat, clor uscat sau umed, apă regală, soluții apoase ale unor cloruri etc. Se remarcă, de asemenea, printr-o mare rezistență în atmosferă marină și la apa de mare. Industrial se obțin diverse calități de **T.** în funcție de gradul de puritate, de procedeul de extracție, de duritate. Datorită prețului de cost ridicat, peste 90% din producția de **T.** se folosește în scopuri speciale (construcția de avioane, în tehnica rachetelor). Se mai utilizează ca material la construcția diverselor aparate și utilaje în industria chimică, industria textilă și industria alimentară. În metalurgie se folosește la elaborarea oțelurilor speciale. Sub formă de dioxid de titan se utilizează în industria coloranților (în amestec cu uleiurile formează albul de titan, pigment foarte rezistent la acțiunea agenților corosivi).

*METALURGIA TITANULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea acestuia. Este un domeniu foarte nou al metalurgiei, luînd amploare după cel de al doilea război mondial. Ca materii prime se folosesc ilmenitul și rutilul, extragerea titanului realizîndu-se după → *procedeul Kroll*. **2.** Granulele de titan obținute după acest procedeu, au un aspect buretos, dimensiuni mai mari de 1 mm și conțin cca 99,5% Ti. Granulele de titan pot fi compactizate sub formă de bare sau piese prin presare și sinterizare. Sinterizarea se face în vacuum, la 1 000—1 100°C. Din granule de titan se pot obține lingouri metalice prin topire în cuptor electric cu arc, cu electrod din wolfram. Titanul metalic de puritate ridicată se produce prin rafinare după **procedeul Van Arkel-de Boer.** Procedeul constă în disocierea termică a iodurii de titan. Operația se realizează în vid, într-o instalație specială în care se află un filament de wolfram, încălzit electric la 1 400°C. În prima fază are loc formarea iodurii de titan, prin acțiunea iodului asupra titanului; aceasta la o temperatură de peste 500°C se volatilizează și în contact cu filamentul de wolfram se disociază. Titanul se depune pe filamentul de wolfram, iar iodul reacționează în continuare asupra titanului rămas. Procesul se întrerupe cînd titanul metalic depus pe filament atinge o grosime care împiedică menținerea temperaturii de disociere a iodurii de titan. Titanul obținut are o puritate de 99,95% Ti.

Scanned with OKEN Scanner

**TITANIT (sau SFEN),** $CaSiTiO_5$, silicotitanat de calciu, cristalizat în sistemul monoclinic — prismatic. Are duritatea 5—5,5 (scara Mohs) și densitatea 3,4—3,56 kg/dm³. Prezintă culoare brună, gri, galben-verde, roz-roșie sau neagră. Conține: 30,6% $SiO_2$, 40,8% $TiO_2$, 28,6% CaO. Unele analize mai pun în evidență $Fe_2O_3$, $Al_2O_3$, MnO, FeO, mai rar $Cr_2O_3$, $ZrO_3$, $Nb_2O_5$, precum și ytriu, ceriu, magneziu, sodiu, potasiu, apă etc. În țara noastră este prezent în asociație cu alte minerale la Ditrău (Gheorghieni), Măcin, Greci, Carpații Orientali, Meridionali și Apuseni. Se găsește în U.R.S.S., Franța, Norvegia, Suedia, S.U.A. etc. În cantități mari, **T.** este folosit ca materie primă pentru obținerea oxidului de titan, folosit la elaborarea aliajelor de titan.

**TOMBAC,** denumire dată alamelor (aliaj Cu—Zn) cu mai mult de 80% Cu. Se prelucrează foarte bine la cald și la rece. Schimbînd regimul de deformare plastică se obțin **T.:** moi, jumătate tari și tari. **T.** prezintă o gamă largă de culori, de la roșietic cuprului la galbenul-verzui al alamei. Se utilizează sub formă de table, țevi, benzi, sîrme pentru piese decorative.

**TOPIRE,** proces de trecere prin încălzire a unui material (metal, aliaj etc.) din stare solidă în stare lichidă. Poate fi însoțită de reacții chimice, cu efecte termice, care determină și denumirea procesului. *În metalurgia extractivă neferoasă* se întîlnesc:

**topire cu precipitare,** topire în care se realizează extragerea unui metal dintr-o sulfură, *Me*S, cu ajutorul unui alt metal $Me_1$, care prezintă o afinitate mai mare față de sulf, conform reacției

$$MeS + Me_1 = Me_1S + Me$$

**topire cu reacție,** topire în care metalul brut rezultă prin reacția dintre sulfura și oxidul aceluiași metal cu degajare de $SO_2$.

**topire norvegiană,** topire a concentratelor bogate în sulf efectuată într-un cuptor cu cuvă. La partea superioară a acestuia se obține sulf elementar în urma reacției $2SO_2 + 2C \rightarrow S_2 + 2CO_2$. Operația are un domeniu restrîns de aplicabilitate.

**topire oxidantă,** topire care se realizează în exces de aer pentru îndepărtarea unor elemente în cantitate mare din baia metalică sub formă de oxizi, care intră în zgură. Este procesul pe care se bazează separarea plumbului de argint la topirea scoarțelor rezultate la rafinarea cuprului.

**topire reducătoare,** topire din care rezultă metale sau aliaje brute, minereuri de structură chimică mai simplă sau produs mai pur, folosind în acest scop $H_2$, $CH_4$, CO, C sau unele metale (Al, Si, Mg etc.).

**topire sulfurantă,** topire în care oxizii unor metale se transformă prin reacție în sulfuri sau sulfați ai metalului de bază care pot fi mai ușor prelucrați prin diferite procedee pentru obținerea acestuia, prin adăugare de sulfat de calciu și carbon, de ex.; conform reacției:

$$MeSiO_3 + CaSO_4 + 4C \rightarrow CaSiO_3 + MeS + 4CO.$$

Cînd pentru completarea necesarului de sulf în vederea obținerii *Me*S se folosește pirita (FeS) se numește *topire piritică*; prin arderea sulfului se asigură și energia necesară scăzînd mult consumul de cărbune.

**topire zgurifiantă,** topire care realizează separarea metalului brut sau a unei combinații a acestuia de steril, sub formă de zgură.



Scanned with OKEN Scanner

*La elaborarea oțelurilor* se întîlnesc următoarele tipuri de topiri:

**topire cu oxidare completă,** procedeu de topire folosit la elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc și aplicat în cazul cînd încărcătura metalică utilizată (fierul vechi) este de calitate inferioară. Procedeul urmărește ca, în timpul operației de topire, majoritatea elementelor din încărcătură (cu excepția sulfului) să se oxideze complet sau într-un procentaj mare, fie datorită oxigenului existent în fierul vechi și în atmosfera cuptorului, fie datorită unui adaos de minereu sau de arsură de fier. Oxigenul din fierul vechi și din atmosfera cuptorului asigură oxidarea completă a siliciului, vanadiului, titanului și a manganului (max. 75%). Prin adaos de minereu de fier în încărcătură se obține o oxidare avansată a carbonului care scade sub 0,10% și a fosforului care ajunge la cca 0,01%. La procedeul de topire cu oxidare completă în încărcătură se introduce var pînă la 6% în greutate, cu ajutorul căruia se formează o zgură bazică și oxidantă care în mare parte este îndepărtată la sfîrșitul topirii, fără a întrerupe elaborarea. Din acest motiv, topirea cu oxidare completă necesită un consum specific de energie electrică mai mare.

**topire cu oxidare parțială,** procedeu de topire folosit la elaborarea oțelurilor în cuptoare electrice cu arc și aplicat în cazul cînd se utilizează în încărcătură fier vechi de calitate bună (neoxidat și cu un conținut de fosfor de max. 0,04%). Importanță deosebită prezintă alegerea încărcăturii metalice care, la sfîrșitul topirii trebuie să asigure un conținut de carbon mai mare decît cel necesar la sfîrșitul perioadei de afinare. Pentru oțelurile de construcție, conținutul de carbon la topire trebuie să fie cu 0,3—0,6% mai mare decît conținutul de carbon din baia metalică, la sfîrșitul afinării. Procedeul asigură în timpul topirii o oxidare completă a siliciului, vanadiului și titanului. Manganul se oxidează max. 50%, fosforul în proporție de cca 60%, iar carbonul 20%. Pentru oxidarea mai avansată a carbonului și fosforului în încărcătură se adaugă minereu de fier și var în care caz, oxidarea manganului, cromului și a wolframului, este de cca 70%. Procedeul este des folosit deoarece permite elaborarea oțelurilor de calitate superioară.

**topire fără oxidare,** procedeu de topire folosit la elaborarea oțelurilor înalt aliate, în cuptoare electrice cu arc, în cazul cînd încărcătura metalică (fierul vechi) are un conținut ridicat de elemente de aliere, care trebuie valorificate. În timpul topirii se urmărește ca oxidarea elementelor din încărcătură să aibă loc într-o proporție cît mai mică. Pentru aceasta topirea încărcăturii se face într-un timp scurt, într-o proporție mică cu (sau fără) adaos de minereu și var. În timpul topirii se mai introduce cocs care formează o atmosferă reducătoare. Cu excepția siliciului care se oxidează complet, restul elementelor din încărcătură rămîn în cea mai mare parte în baia metalică. La sfîrșitul operației, zgura nu se îndepărtează din cuptor, deoarece conține elemente de aliere care trebuie recuperate. Topirea care are loc fără modificarea compoziției chimice a încărcăturii metalice se numește *retopire*.

**topire moale,** topirea încărcăturii metalice din cadrul procesului de elaborare a oțelurilor în urma căreia baia metalică obținută prezintă un conținut de carbon mai mic decît cel necesar, ceea ce îngreuiază afinarea.

**topire tare,** topire a încărcăturii metalice din cadrul procesului de elaborare a oțelurilor în urma căreia baia metalică rezultată are un conținut de carbon mai mare decît cel nece-

Scanned with OKEN Scanner

sar. Cantitatea de carbon pe care trebuie să o prezinte baia metalică la sfîrșitul topirii se stabilește în funcție de conținutul de carbon, care trebuie să-l aibă oțelul elaborat, procedeul de elaborare, capacitatea cuptorului etc. Cantitatea de carbon din baia metalică, la sfîrșitul topirii trebuie să asigure desfășurarea afinării (decarburarea).

**TOPIRE ZONARĂ,** procedeu pentru rafinarea termică a metalelor prin topirea repetată a unui lingou numai pe o anumită porțiune (zonă) care se deplasează succesiv de la un cap la altul. Are la bază fenomenele care au loc la solidificarea metalelor potrivit cărora impuritățile se concentrează în topitură, rămînînd metalul solid în stare purificată. Procedeul se aplică numai în cazul cînd solidul este totdeauna mai pur decît lichidul, cu care se află în echilibru. Această condiție este îndeplinită de metalele care prezintă o constantă de segregare, $K$, mai mică decît 1. Constanta de segregare rezultă din raportul între concentrația atomilor (impurităților) dizolvați în faza solidă, $C_s$ și concentrația atomilor dizolvați în lichid, $C_1$, astfel: $K = \frac{C_s}{C_1}$. Prin mai multe treceri ale zonei topite de-a lungul lingoului se obține la un capăt o zonă pură, concentrația impurităților crescînd cu distanța față de acest capăt. Extremitatea cu conținut ridicat în impurități poate fi îndepărtată și purificată din nou. Procedeul se aplică în metalurgie pentru obținerea unor metale cu grad mare de puritate (wolfram, titan etc.). → *rafinare.*

**TOPITOR,** lucrător calificat care lucrează la cuptoarele de elaborarea metalelor și aliajelor.

**TRAGERE,** procedeu de deformare plastică la rece a metalelor și aliajelor pentru obținerea sîrmelor, barelor sau țevilor, prin trecerea forțată a materialului metalic printr-un orificiu calibrat a cărui secțiune este mai mică decît secțiunea materialului inițial. Pentru producerea sîrmelor prin **T.** se folosește termenul de *trefilare.* Trefilarea este un procedeu care se practică încă dinaintea evului mediu, îndeosebi pentru metale și aliaje neferoase (Cu, bronz etc.). Deformarea plastică a semifabricatelor are loc cu ajutorul unei matrițe sau a unei filiere construită special pentru acest scop. În procesul de **T.** materialul metalic este supus la întindere, datorită forței de tracțiune care îl obligă să treacă prin filieră sau matriță și la compresiune, ca urmare a acțiunii pereților matriței sau filierei. Sub influența acestor solicitări materialul suferă o alungire și o reducere a secțiunii. În afara solicitărilor la întindere și compresiune, în timpul tragerii mai intervine și frecarea dintre semifabricat și pereții utilajului prin care trece materialul. Valoarea forței de tracțiune necesară pentru a trage un material metalic laminat printr-o filieră, în scopul obținerii unui produs tras (sîrmă, bară sau țeavă), se numește *forță de tragere.* Forța de tragere trebuie să învingă atît rezistența materialului la deformare plastică cît și forța de frecare dintre metal și filieră; se calculează pe baza relației: $F = C \cdot \sigma_m (S_0 - S_1)$ în care: $C$ este o constantă în funcție de coeficientul de frecare dintre metal și filieră și de unghiul de tragere; $\sigma_m$ este rezistența medie la deformarea materialelor, în daN/mm²; $S_0$ și $S_1$ reprezintă secțiunile înainte și după tragere, în mm² și $F$, forța de tragere, în daN. Principalii factori de care depinde forța de tragere sînt: natura materialului, geometria filierei, reducerea de secțiune și viteza de tragere. Avînd în vedere că prin **T.**, rezistența de rupere la trac-

Scanned with OKEN Scanner

ţiune a materialului se măreşte, rezultă că pentru acelaşi material forţa de tragere creşte liniar după fiecare T. respectiv, creşte cu reducerea secţiunii. De asemenea, cu cît viteza de tragere sau reducerea de secţiune sînt mai mari cu atît mai mare trebuie să fie şi forţa necesară T. În urma T. creşte duritatea materialului scăzînd proprietăţile sale de elasticitate. Se măreşte rezistenţa de rupere la tracţiune şi limita de curgere, scăzînd foarte mult alungirea şi gîtuirea. Scad, de asemenea, proprietăţile de sudabilitate, de rezistenţă la coroziune precum şi permeabilitatea magnetică. Modificarea proprietăţilor este cu atît mai accentuată cu cît creşte gradul de deformare. Prin aplicarea unor tratamente termice se înlătură parţial efectele acestei prelucrări. *Gradul de deformare la tragere* se poate calcula prin reducere de secţiune sau prin alungire, cu ajutorul reacţiei: $\lambda = \frac{S_0}{S_1} = \frac{L_1}{L_0}$, în care $S_0$ şi $S_1$ reprezintă secţiunea materialului înainte şi după tragere, iar $L_0$ şi $L_1$ reprezintă lungimea acestuia înainte şi după tragere. Mai poate fi exprimat şi în procente după relaţia

$$\delta = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \cdot 100 = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100.$$

Pentru obţinerea sîrmelor sau barelor trase se utilizează ca materii prime profilele metalice laminate sau sîrmă laminată. În prima fază a procesului (fig. T. 1 *b*) se execută decaparea şi degresarea materialului. Înainte de introducerea materialului prin filieră se face lubrifierea care urmăreşte în principal micşorarea forţei de frecare a materialului pe pereţii filierei prin utilizarea unor lubrifianţi. Se folosesc lubrifianţi solizi (praf de stearaţi, praf de săpun etc.), lubrifianţi semilichizi (unsori consistente) şi lubrifianţi lichizi (uleiuri şi emulsii). Urmează T. propriu-zisă folosind maşini speciale. Din punct de vedere al produsului rezultat acestea pot fi: maşini de tras sîrmă, maşini pentru bare trase şi maşini pentru ţevi trase. În funcţie de starea lubrifiantului folosit se disting *maşini cu tragere uscată*

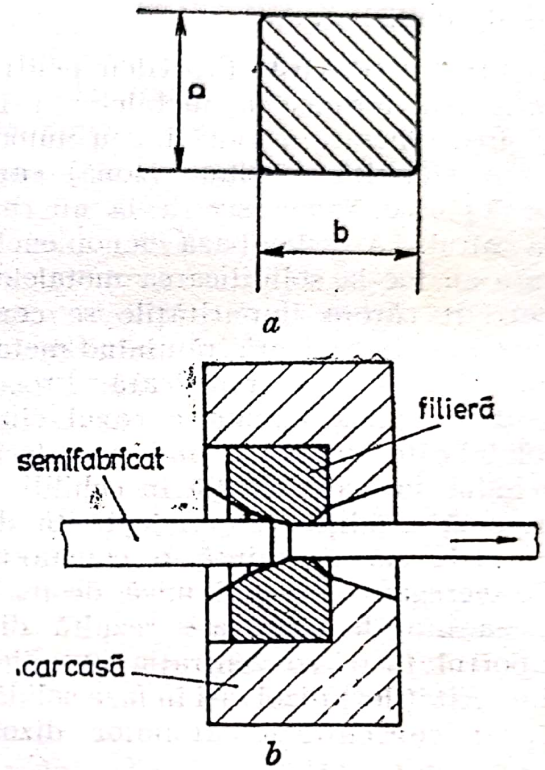



**Fig. T. 1.**

(lubrifiant solid sub formă de praf) şi *maşini cu tragere umedă* (lubrifiant lichid, uleiuri etc.). *Maşinile pentru tras sîrmă* se grupează în maşini pentru sîrmă groasă, mijlocie şi subţire. Maşinile pentru tras sîrmă groasă cu diametrul peste 6 mm sînt prevăzute cu ungere uscată şi cu o singură tobă de înfăşurare, orizontală sau verticală. Posedă o forţă de tragere care poate ajunge pînă la 25 000 daN şi foloseşte ca material pentru tragere, sîrmă laminată de 6—20 mm. Spre deosebire de *maşinile cu tragere singulară*, la care după fiecare tragere colacul este luat de pe tobă şi pus pe vîrtel-

niță pentru a fi supus la o nouă tragere, *mașinile cu tragere multiplă* (fig. T. 2) permit efectuarea acestor operațiuni concomitent. Astfel de mașini se folosesc pentru tragerea sîrmelor de grosime mijlocie sau subțiri. *Mașinile pentru bare trase* se aseamănă ca principii de funcționare cu

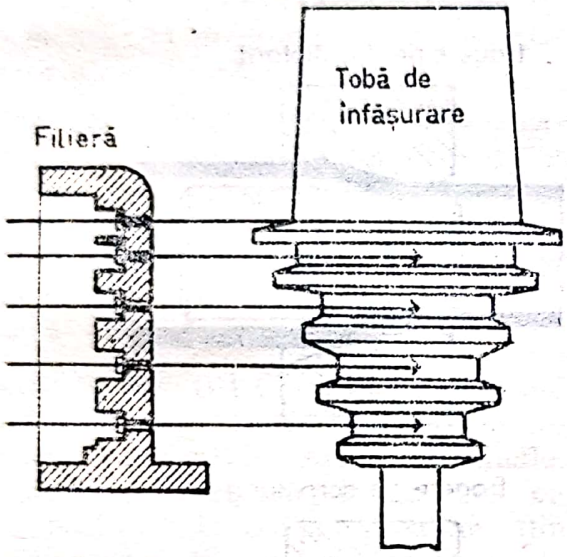



**Fig. T. 2.**

mașinile de tras sîrmă, cu deosebire că permit obținerea barelor trase pînă la dimensiuni de 40 mm. În funcție de dimensiunea produsului tras forța de tragere variază între 5 000 și 250 000 daN. O mașină pentru bare trase constă din următoarele elemente: dispozitiv de îndreptare preliminară, dispozitiv pentru introducerea materialului în filieră, blocul de tragere prevăzut cu două cărucioare, dispozitiv pentru îndreptarea barei trase,foarfece, dispozitiv de îndreptare finală, masă de evacuare și colector. Pentru obținerea barelor trase cu dimensiuni peste 15 mm se utilizează bancuri de tras care pot fi monofilare, bifilare sau cu mai multe fire.

**tragerea țevilor,** procedeu de fabricare a țevilor fără sudură, prin tragere la rece. Se aplică pentru producerea țevilor de precizie. Ca materie primă, în calitate de eboșe, se folosesc țevile laminate la cald. Eboșele pentru țevile din metale sau aliaje neferoase se obțin prin extrudare. Ca și în cazul sîrmelor sau a barelor trase, materia primă este obligată să treacă printr-un orificiu calibrat, reducîndu-și dimensiunile. În prima etapă eboșele sînt degresate, decapate, fosfatate și unse. Pentru ungere se folosesc diverși lubrifianți ca: amestec din praf de grafit și praf de iută, reziduuri de la fabricarea parafinei, amestec din praf de grafit și ulei vegetal etc. Urmează tragerea propriu-zisă prin matriță, special construită pentru efectuarea acestei operații, care se poate realiza prin patru procedee (fig. T. 3): *Tragerea pe dorn lung* se realizează introducînd în interiorul țevii un dorn lung din oțel și împreună cu dornul se trage prin matriță. Se aplică la primele trei trageri cu scopul de a obține reduceri importante ale grosimii pereților. Reducerea procentuală a grosimii peretelui trebuie să fie mai mare decît reducerea procentuală a diametrului exterior. Reducerea grosimii pereților sub 1,5 mm, nu se recomandă a se executa prin tragere pe dorn lung. De asemenea, diametrul interior minim pînă la care se poate face tragerea pe dorn lung este de 32 mm. Diametrul exterior al dornului este de obicei cu 1—3 mm mai mic decît diametrul interior al țevii. După tragere dornul se scoate afară prin expandare, operație care constă din trecerea țevii și a dornului prin 3—5 cilindri și prin care se mărește diametrul interior al țevii cu 1—2 mm. *Tragerea pe dorn scurt* are loc introducînd în țeavă un dorn susținut de o tijă metalică, țeava trăgîndu-se prin spațiul rămas între dorn și matriță. Se aplică la țevi cu diametrul interior de min. 18 mm. Și la tragerea pe dorn scurt reducerea procentuală

a grosimii peretelui trebuie să fie mai mare decît reducerea procentuală a diametrului exterior. *Tragerea pe dop flotant* are loc cu ajutorul unui dorn scurt nesusținut, introdus în interiorul țevii. Se aplică în cazul țevilor din metale sau aliaje neferoase sau la țevile din oțel cu

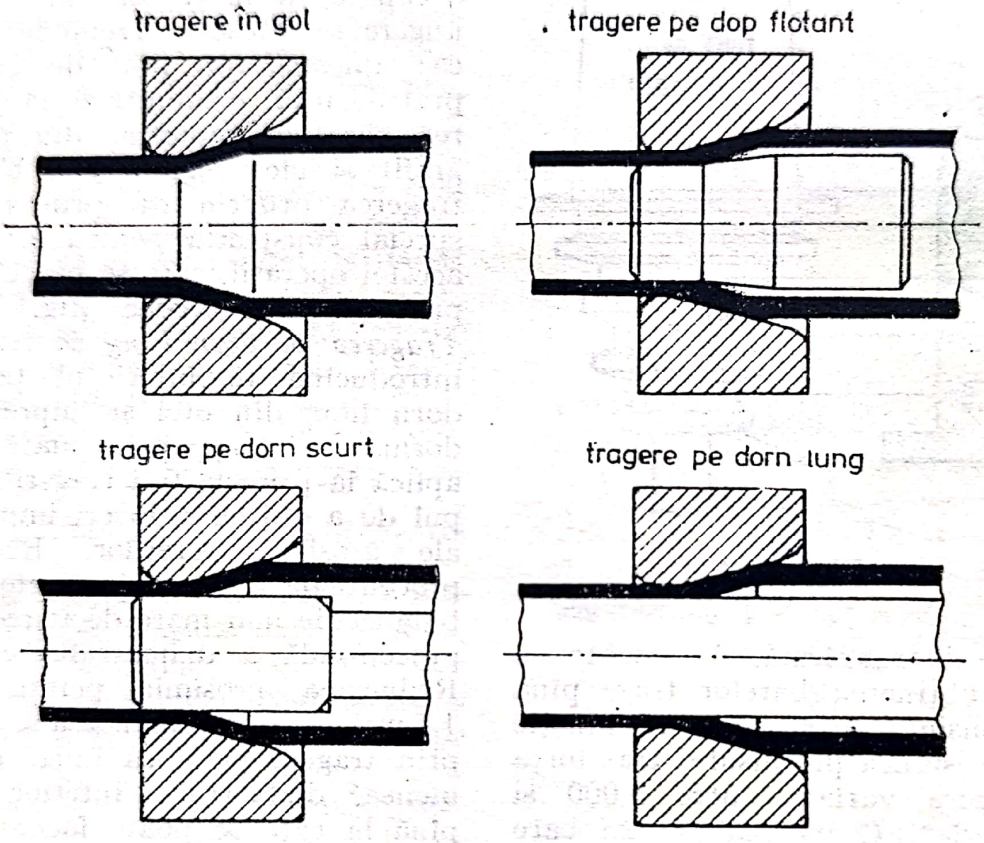



**Fig. T. 3.**

diametrul exterior mai mic de 25 mm. Pentru executarea tragerii pe dop flotant forțele care tind să scoată dornul din interiorul matriței trebuie să fie egale cu forțele care tind să-l introducă în interiorul acesteia. Această condiție se obține numai atunci cînd diametrul interior al țevii înainte de tragere este mai mare decît diametrul exterior al țevii după tragere. *Tragerea în gol* (fără dorn sau dop) se aplică în faza finală de tragere a țevii, cînd se urmărește numai reducerea diametrului exterior. În acest caz îngroșarea peretelui țevii este foarte mică (0,07—0,10 mm). **t. ț.** se realizează pe *bancul de tras țevi*. Acesta este prevăzut cu un cărucior cu bancuri pentru prinderea țevilor. Prin deplasarea căruciorului în lungul bancului, țevile sînt trecute prin matrițe efectuîndu-se operația de tragere. Se construiesc pentru forțe de tragere de 20 000—1 500 000 daN și cu o lungime utilă de 6—30 m. Procesul tehnologic de fabricarea țevilor trase prevede aplicarea unor tratamente termice în faza inițială, în faza finală a procesului tehnologic sau între diferite operații de tragere. Tratamentele termice inițiale se aplică eboșei în scopul îmbunătățirii plasticității, în cazul oțelurilor cu conți-

nut ridicat de carbon sau a oțelurilor înalt aliate. Tratamentele termice intermediare se aplică după 1—3 trageri pentru refacerea structurii în vederea continuării operației de tragere. Tratamentele termice finale au ca scop îmbunătățirea proprietăților de prelucrabilitate prin așchiere. Tot în operațiile finale sînt incluse: îndreptarea, retezarea, încercarea la presiune, protecția anticorosivă și cîntărirea.

**TRANSCRISTALIZARE,** creștere exagerată a cristalelor columnare în forme sau în lingotiere cu pereți în unghi drept, care duce la formarea de plane de separație dispuse diagonal și care constituie zone de rezistență minimă.

**TRANSPORTOR CU BANDĂ,** mașină pentru transportul continuu al materialelor granulare sau individuale, deplasarea acestora avînd loc cu ajutorul unei benzi flexibile din cauciuc sau din mai multe elemente metalice (plăci, bare, cărucioare etc.). Pot fi orizontale sau înclinate sub un unghi astfel ca materialele să nu alunece. *Transportoarele cu bandă din cauciuc* sînt utilizate la transportul materiilor prime (minereu, aglomerat, pelete etc.), amestecurilor de formare, cocsului etc. În turnătorie se folosesc frecvent *transportoare cu bandă metalică* pentru deplasarea formelor, ramelor etc.

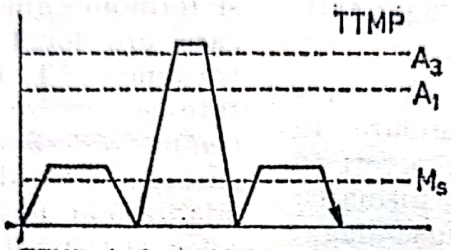
**TRATAMENT TERMIC,** operație sau succesiune de operații, care implică încălzirea și răcirea în condiții determinate a unui produs, în scopul obținerii structurilor corespunzătoare unor asociații de proprietăți. **T. T.** al materialelor metalice s-a folosit din cele mai vechi timpuri. Prin **T. T.** se pot modifica starea de echilibru fizico-chimic (natura gazelor în echilibru sau nu), structura (mărimea, mod de asociere a grăunților), echilibrul mecanic (tensiuni) și se pot realiza: echilibrul sub toate formele, prin tratament de recoacere; stări în afară de echilibru obținut prin răcire rapidă sau călire; modificări ale stărilor călite către starea de echilibru (tratamente de revenire). Pe lîngă **T. T.** generale de → *călire*, → *recoacere*, → *revenire* se mai folosesc tratamente termice la temperaturi joase, tratamente termochimice și termomecanice. Utilajul de bază în care are loc **T. T.** este cuptorul de tratament. **T. T.** de mare complexitate se realizează în *linii complexe de tratament termic*. Acestea reprezintă o succesiune de diferite tipuri de utilaje adaptată la forma și dimensiunile pieselor și la tipul și parametrii tehnologici ai **T. T.**, pentru producția de serie mare sau de masă. În țara noastră astfel de linii se folosesc pentru tratarea semifabricatelor (sîrme, bare, țevi) sau a diverselor tipuri de piese (rulmenți, șuruburi, pinioane, axe și arbori).

**tratament termic sub zero grade,** tratament constînd în răcirea pînă la temperaturi sub 0°C a oțelului călit la martensită, în structura căruia există austenită reziduală. Prin această răcire austenita reziduală se transformă în martensită, determinînd: creșterea durității, creșterea volumului (avînd în vedere că transformarea austenitei în martensită are loc cu creșterea volumului), creșterea caracteristicilor magnetice. Temperatura de tratare prin frig a oțelului se determină după poziția punctului critic $M_f$, care depinde de compoziția oțelului. Majoritatea mărcilor de oțeluri au $M_f$ peste —80°C. Se recomandă să se efectueze imediat după călire. Se mai numește **tratament termic prin frig.**

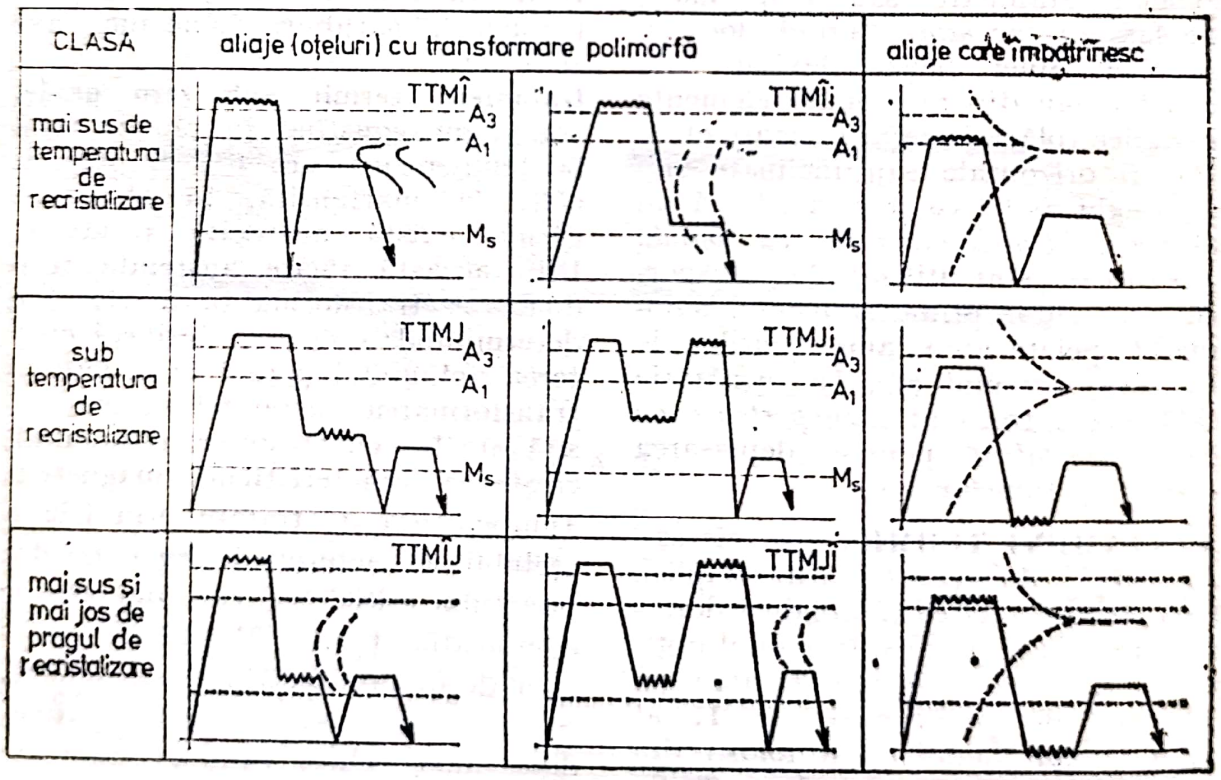
**TRATAMENT TERMOCHIMIC,** tratament prin care se modifică compoziția chimică a stratului superficial al pieselor din material metalic,

prin absorbție și difuzie în acesta a unor elemente (C, N, S, Al, Zn, Cr, Si ș.a.), ca urmare a încălzirii și menținerii lor într-un mediu solid, lichid sau gazos, convenabil ales. Se aplică pentru a mări duritatea, rezistența la coroziune sau la uzură a stratului superficial, menținînd tenacitatea și plasticitatea miezului piesei.

**TRATAMENT TERMOMECANIC,** succesiune de operații de deformare, încălzire și răcire (în intervaluri diferite de timp) aplicate materialelor metalice, în urma cărora rezultă o structură finală cu densitate mărită



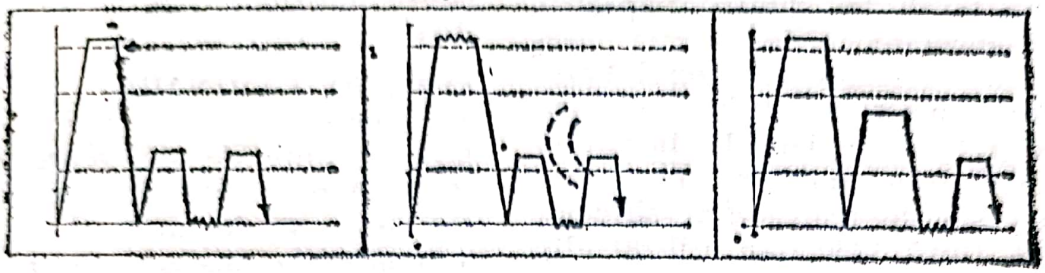

TTMP – tratament termo-mecanic prealabil



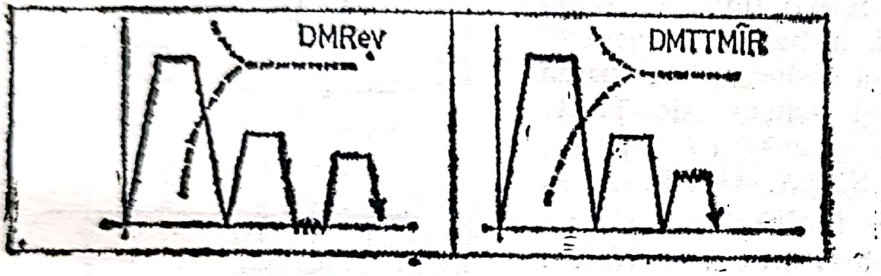

TTMÎ — tratament termomecanic la temperatură înaltă ; TTMÎi — la temperatură înaltă, izotermă ; TTMJ — la temperatură joasă ; TTMJi — la temperatură joasă, izotermă ; TTMÎJ — la temperatură înaltă joasă ; TTMJÎ — la temperatură joasă — înaltă

**Fig. T. 4.**

aliaje (oțeluri), cu transformare polimorfă



Aliaje care îmbătrînesc




DM Rev — deformare martensitică cu revenire ulterioară

DMTTMÎR — deformare martensitică după TTMÎ cu revenire ulterioară

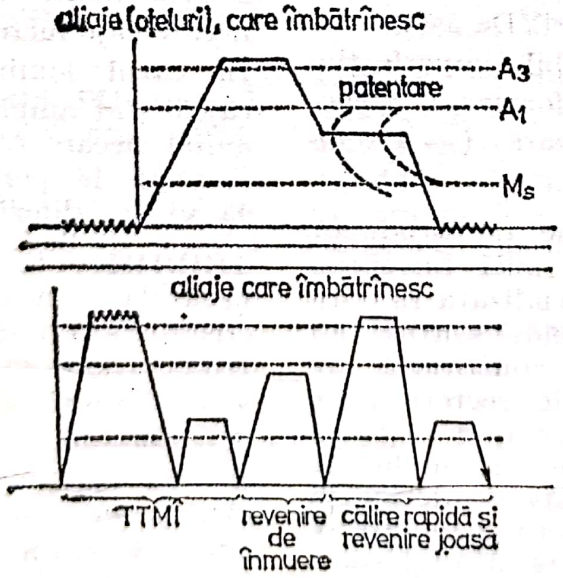



Fig. T. 4.

și distribuție optimă a constituenților structurali (se elimină imperfecțiunile generate de deformarea plastică), care influențează favorabil proprietățile acestora. Prima schemă de **T. T.** s-a realizat la începutul sec. XX prin aplicarea patentării în procesul de realizare a sîrmelor de oțel. După 1930 s-au utilizat alte scheme pentru creșterea caracteristicilor mecanice ale bronzului cu beriliu, constînd din călire, deformare la rece și îmbătrînire, extinderea procedeului avînd loc datorită dezvoltării teoriei dislocațiilor. Prima verificare a unei scheme de **T. T.** la temperatură joasă *(TTMTI)*, s-a efectuat în S.U.A. (1954), **T. T.** la temperatură înaltă *(TTMTS)* fiind aplicat și dezvoltat în U.R.S.S. Deformarea plastică pentru **T. T.** se poate efectua înainte de tratamentul termic, în timpul tratamentului termic, și înainte și după tratamentul termic (fig. T. 4). Prin **T.T.** se obține structură mozaic (→ *substructură*) cu blocuri cristaline foarte fine, care asigură o îmbinare optimă a proprietăților, prin creșterea în același timp a rezistenței, plasticității, rezilienței. De asemenea, se dirijează favorabil imperfecțiunile de rețea cu formarea structurilor de poligonizare (→ *restaurare*).

**TRĂGĂTORIE,** secție de producție (atelier) din cadrul unei întreprinderi metalurgice specializată în obținerea sîrmelor, barelor sau țevilor trase la rece. Este constituită din trei sectoare principale: sectorul unde se realizează decaparea și degresarea materialului, sectorul unde are loc operația de tragere (dotat cu mașini de tras) și sectorul în care se aplică tratamentele termice și unde sînt amplasate cuptoarele de încălzire și alte utilaje. Unele **T.** sînt prevăzute și cu un sector pentru acoperiri (metalice sau nemetalice) de protecție anticorosivă.

**TREN DE LAMINARE,** grup de caje de laminare care execută aceeași fază de laminare (degroșare, finisare etc.). După modul de amplasare a cajelor în **T. de L.,** laminoarele pot fi liniare, în tandem, continue (fig. T. 5) etc. Laminoarele liniare au

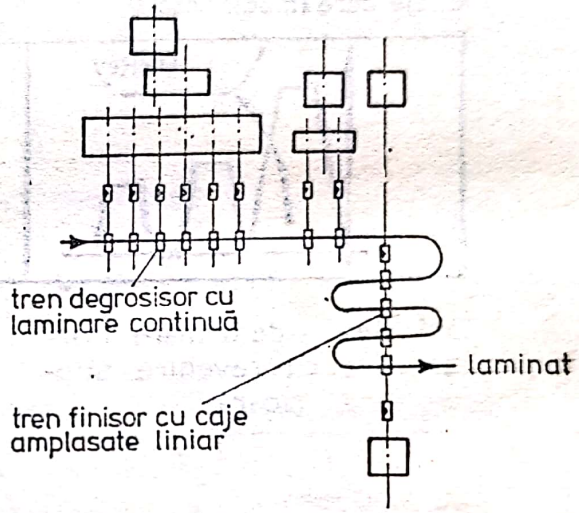



Fig. T. 5.

cajele așezate una lîngă alta, fiind acționate în comun. Ca urmare, fiecare cajă lucrează la aceeași viteză. În cazul laminoarelor în tandem cajele sînt amplasate una după alta, avînd fiecare o acțiune individuală, ceea ce le permite să funcționeze la viteze diferite.

**TRIDIMIT,** $SiO_2$, formă alotropică naturală a dioxidului de siliciu, care cristalizează în sistemul hexagonal. La temperatură obișnuită se numește $\alpha$ — tridimit care, la temperaturi de 120—160°C se transformă în $\beta$ — tridimit cu sistemul de cristalizare ortorombic. Posedă duritatea 6,0—6,5 (scara Mohs) și densitatea 2,28—2,30 kg/dm³. Este incolor, cu luciu clar sticlos. În țara noastră

se găsește în Munții Căliman — Harghita sau la Uroi (Deva). În cantități mari se găsește în Mexic (San Cristobal), Franța, Japonia, Italia (Etna) etc.

**TROACĂ,** utilaj avînd forma de covată, cu ajutorul căruia, se încarcă cuptoarele Siemens-Martin cu materii prime feroase solide (fontă, fier vechi, maselote). La unul din capete (fig. T. 6) este prevăzută cu un braț,

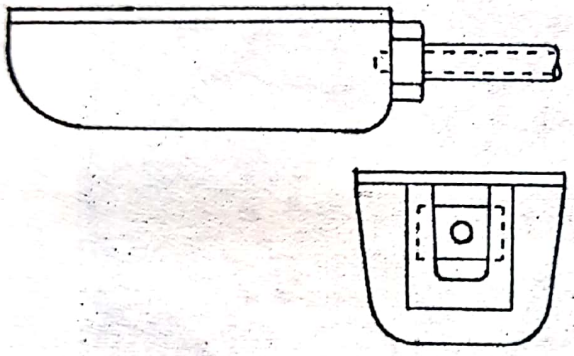


Fig. T. 6.

pentru a putea fi preluată de macaraua sau mașina de încărcare care o introduce în cuptor, o golește și o repune la loc pentru a fi încărcată. Volumul **T.** variază, de obicei, între 0,5 și 4 $m^3$, în funcție de capacitatea cuptorului.

**TROOST, LOUIS JOSEPH** (n. 17 oct. 1825, Paris — m. 30 sept. 1911, Paris), chimist francez. Profesor de chimie la Sorbona. Membru al Academiei Franceze de Științe. Cercetări asupra aliajelor metalice, în special, ale fierului, nichelului, cobaltului. A studiat porozitatea metalelor la temperaturi înalte și solubilitatea gazelor în metale, influența conținutului de siliciu și de mangan asupra proprietăților fontelor. Studii privind obținerea zirconiului prin reducerea derivaților lui halogenați cu aluminiu, sodiu sau fier. A descoperit un constituent al oțelului ce-i poartă numele *(troostita).*
**Op. pr.:** *Recherches sur le lithium et ses composés* (1857); *Un laboratoire de chimie au XVIII^e siècle* (1866); *Précis de chimie* (A fost tipărită în 40 de ediții 1880—1912).

**TROOSTITĂ,** constituent la oțeluri și fonte reprezentînd perlită fină (distanța între lamele, 0,1 μm). Se formează prin descompunerea austenitei, în intervalul inferior al domeniului de transformare, după mecanismul perlitic, la temperaturi mai joase de 600°C *(troostită de călire* sau *perlită troostitică)* sau prin revenire la temperaturi medii și joase a oțelului călit, cînd în structură se menține orientarea martensitică inițială a cementitei aciculare sau cu tendință de globulizare *(troostită de revenire).* La microscopul electronic *troostita de călire* apare ca lamele foarte fine de cementită distribuite în formă de evantai în masa de ferită, iar la microscopul optic ca porțiuni nodulare întunecate pe fond alb de martensită (fig. T. 7). Are duritatea mai mare ca a perlitei și sorbitei. A primit numele chimistului francez L. J. Troost.

**TUNGSTEN, WOLFRAM.**

**TURBĂ,** varietate de cărbune foarte tînără, de culoare galbenă deschis pînă la brună neagră, cu o structură vegetală fibroasă pronunțată. Este un combustibil ieftin cu o putere calorifică inferioară (18 900—22 260 kJ/kg).

**TURBOSUFLANTĂ,** mașină (suflantă) acționată de o turbină cu vapori de apă, cu gaz sau electric, care asigură aerul necesar funcționării unor cuptoare sau instalații metalurgice ca: furnale, convertizoare cu aer etc. Se compune dintr-o carcasă metalică, avînd în interior un ax pe care sînt montați mai mulți rotori, în ordine crescîndă în ceea ce privește diame-

Scanned with OKEN Scanner

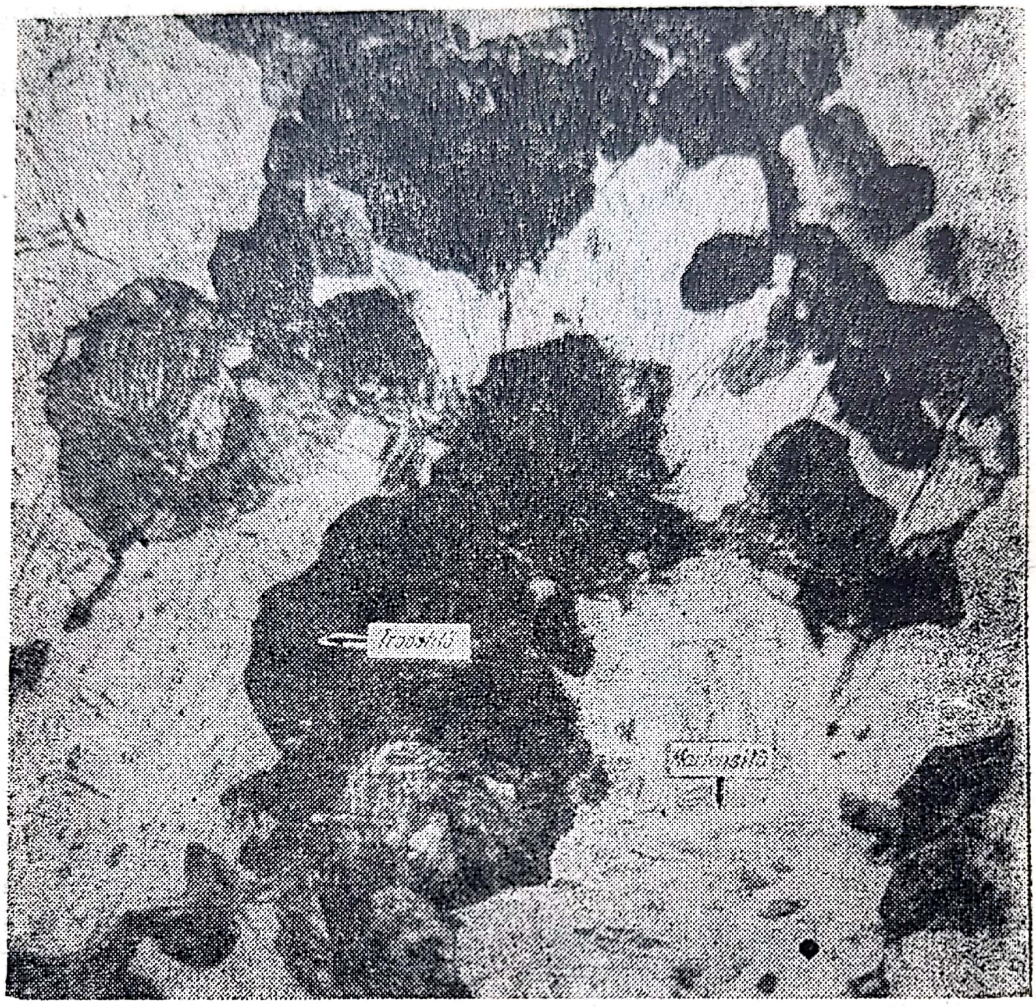


Fig. T. 7.

trul rotorului. Fiecare rotor se compune din două discuri între care sînt fixate paletele. Potrivit principiului de funcționare, aerul aspirat este deplasat, datorită forței centrifuge create de rotația rotorului, de la ax spre periferie, formînd o presiune statică. Prin trecerea aerului de la un rotor cu diametru mai mic la un rotor cu diametru mai mare se creează o presiune dinamică, presiunea totală a aerului debitat de suflantă fiind suma presiunilor statice și dinamice. **T.** care furnizează aer la debite mari și presiuni ridicate sînt acționate de turbine cu vapori de apă.

**TURNARE,** operație de introducere a metalului sau aliajului lichid în cavitatea formei pentru a obține piesa turnată cu ajutorul → *oalelor de turnare*. Pentru **T.** materialul metalic lichid trebuie să prezinte anumite → *proprietăți de turnare*. După forța care acționează la **T.** poate fi: prin cădere liberă, centrifugă, prin presare, sub presiune înaltă sau joasă, prin aspirare și în vid. După modul de desfășurare a procesului se clasifică în: continuă, semicontinuă (semifabricate cu lungime limitată) sau discontinuă (în forme). După natura formei **T.** se poate realiza în forme uscate sau crude; temporare, permanente, semipermanente; cu rame, fără rame sau în sol etc.

**turnare centrifugă,** procedeu de obținere a pieselor turnate, în general, cu forme de rotație (țevi, bucșe, cilindri etc.) sau, mai rar, de diferite alte forme, prin turnarea metalului lichid în forme rotative, cu ax orizontal (fig. T. 8, *a*), vertical sau înclinat, metalice sau cu miezuri din amestec de miez (fig. T. 8, *b*). În timpul rotirii formei metalul lichid este dirijat spre pereții acesteia, luînd forma unui corp de rotație limitat de suprafața formei. Solidificarea are loc sub acțiunea forței centrifuge rezultînd piesă densă, fără retasuri, sufluri sau porozități și cu caracteristici mecanice superioare. Formele se execută din aliaje ca fontă cenușie, nealiată sau slab aliată sau oțel carbon și slab aliate cu Cr și Ni, în unu, două sau trei straturi între care circulă apă de răcire. La turnarea pieselor cu pereți subțiri din fontă cenușie forma poate ajunge la 500°C, iar la turnarea pieselor cu pereți groși la 200°C. Pentru

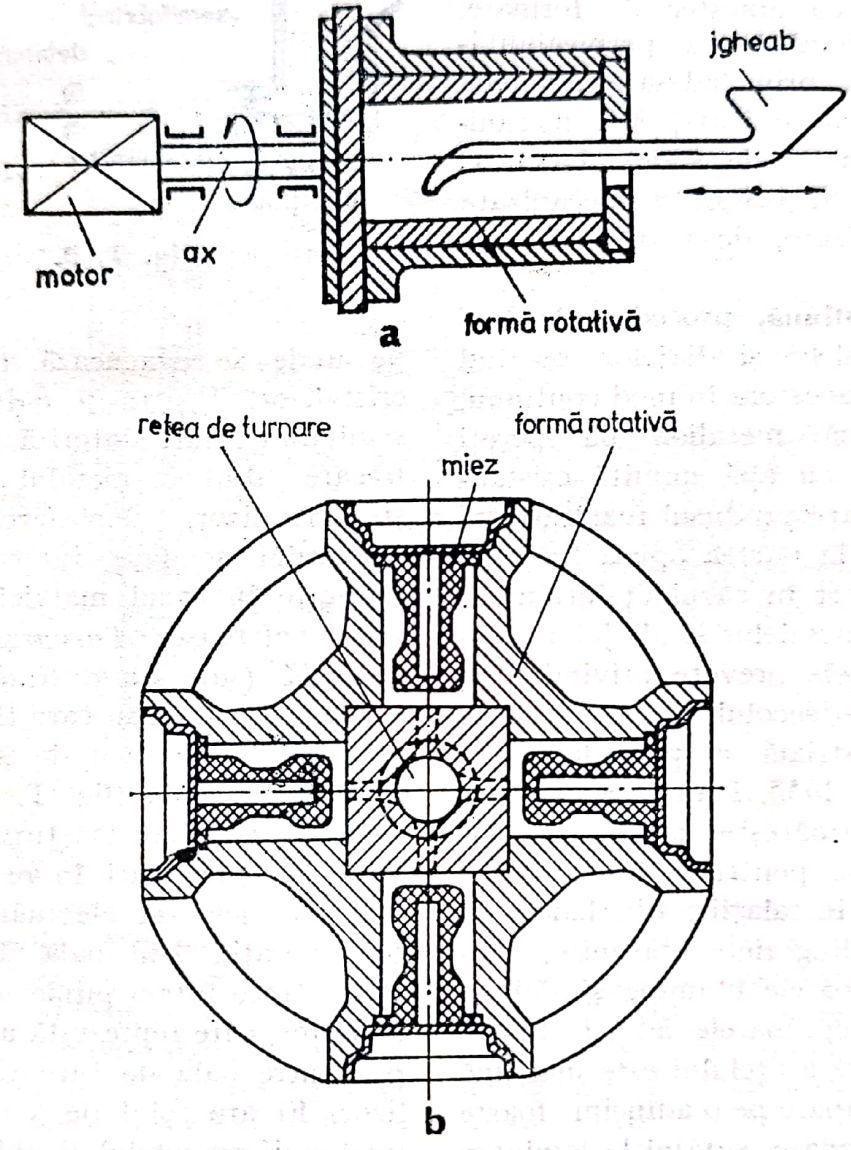



Fig. T. 8.

creșterea fluidității metalului lichid și, în cazul fontelor cenușii pentru prevenirea albirii, pe formă se depun vopsele, paste sau acoperiri „uscate" cu grăunți de material refractar (uneori cu modificatori ca de ex.: Fe—Si). La unele tipuri de piese (de ex.: țevi cu flanșă) forma se căptușește cu amestec de formare, pentru îmbunătățirea permeabilității acesteia, prin îndesare manuală (producție de unicate) sau mecanizată (producție de serie). La **t. c.** se folosesc și instalații mecanizate și automatizate, de mare productivitate.

**turnare continuă,** procedeu de turnare a metalelor și aliajelor constînd în turnarea acestora în mod continuu, într-o formă metalică cu pereți dubli răciți cu apă numită cristalizor și din care produsul rezultat este evacuat pe la partea opusă turnării. Se aplică atît în cazul oțelurilor cît și în cazul metalelor și aliajelor neferoase. Primele brevete privind **t. c.** au apărut în secolul trecut dar aplicarea industrială a procedeului a început din 1955. Prin **t. c.** a oțelului se urmărește producerea de semifabricate pentru laminoare, eliminîndu-se instalațiile din halele de turnare în lingotiere obișnuite, stripare, laminoarele bluming și slebing precum și cuptoarele adînci. Structura primară a oțelului este mai fină și retasura apare pe o adîncime foarte mică. Ca urmare, șutajul la laminare este mic, randamentul în laminate bune cifrîndu-se în jur de 93%. Se aplică în special în cazul uzinelor mici și mijlocii. În funcție de o serie de particularități tehnologice și constructive se deosebesc două metode. *Turnarea continuă orizontală* (fig. T. 9) este o turnare continuă în care fluxul semifabricatului are loc după o linie orizontală. Se realizează în instalații alcătuite dintr-un cuptor de menținere a metalului în stare lichidă, prevăzute la partea inferioară,

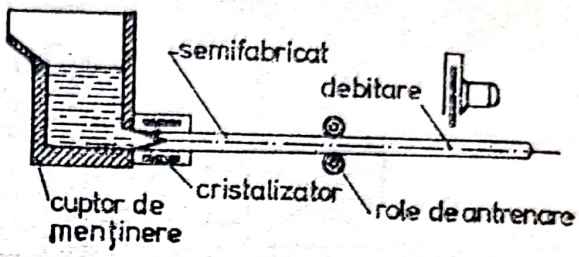



**Fig. T. 9.**

pe unde se evacuează metalul, cu cristalizor. Pentru a evita ruperea semifabricatului datorită forțelor de frecare dintre metalul solidificat și cristalizor, deplasarea semifabricatului se face intermitent. Se folosește în cazul metalelor și aliajelor neferoase. *Turnarea continuă verticală (sau semiverticală)* este o turnare continuă în care fluxul semifabricatului se face de sus în jos, în linie verticală (fig. T. 10), instalațiile în care are loc turnarea necesitînd înălțimi mari în vederea montării utilajelor și efectuării diferitelor operații. Din oala de turnare, oțelul trece într-o pîlnie numită distribuitor, care reprezintă un vas tampon între oala de turnare și cristalizor. El are rolul de a distribui în mod uniform oțelul lichid în cristalizor și deci de a corela viteza de turnare cu viteza de solidificare și de tragere. În cristalizor, oțelul se solidifică la exterior, formînd o coajă care îi permite să fie deplasat în jos. Pentru aceasta cristalizorul este construit din cupru, cu pereți dubli în care circulă apa. La începutul

turnării, cristalizorul este prevăzut cu un fund fals cu ajutorul căruia se poate trage semifabricatul. Deoarece în cristalizor oțelul nu este complet solidificat, instalația este prevăzută cu dispozitive de răcire secundară prin stropirea directă cu apă sub presiune. Tot în zona de răcire secundară se află role de ghidare și sprijin. Mișcarea semifabricatului se face cu ajutorul unor dispozitive de antrenare prevăzute cu role. Cînd semifabricatul a atins o anumită lungime este debitat, prin tăiere cu flacăra oxiacetilenică. În vederea reducerii înălțimii instalațiilor s-au conceput instalații de turnare continuă semiverticale. Oțelurile care se pretează la acest tip de turnare sînt: oțelurile carbon obișnuite cu un conținut sub 0,3% C, oțelurile pentru construcții metalice, oțelurile inoxidabile austenitice și oțelurile de scule. Beneficiarul principal al semifabricatelor din oțel turnat continuu sînt laminoarele de produse plate, profilate, de sîrmă și de țevi. În cantități mai mici sînt folosite la secțiile de extrudare și forje. **t. c. v.** se aplică și la fabricarea semifabricatelor din metale și aliaje neferoase în vederea producerii de table, benzi, sîrmă, țevi etc. Materialele neferoase care se toarnă cu acest procedeu sînt cuprul și aluminiul și aliajele acestora.

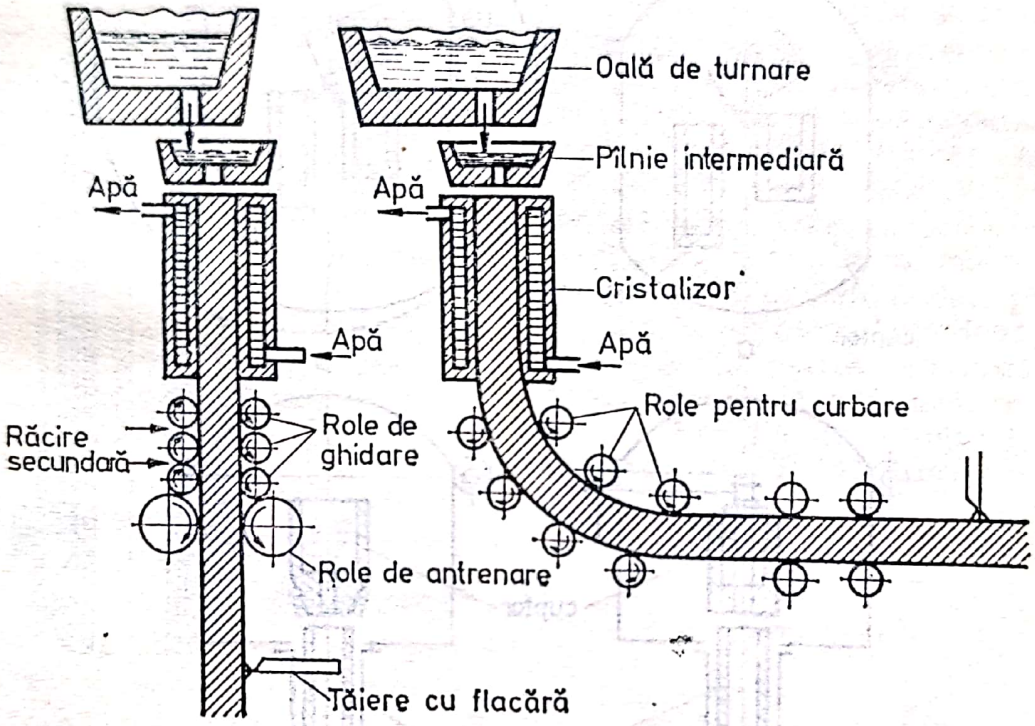



**Fig. T. 10.**

**turnare în vid,** procedeu de turnare a metalelor sau aliajelor în forme metalice sau nemetalice amplasate în instalații sub vid. Elaborarea și turnarea aliajului se realizează în vid. Elaborarea se poate face în cuptoare electrice cu inducție sau cu arc. În fig. T. 11 se prezintă diferite instalații în care se realizează atît elaborarea (în cuptoare electrice cu inducție) cît și turnarea aliajului lichid. Din figură rezultă că turnarea se poate realiza prin rotirea corespunzătoare a instalației sau

prin prevederea unui orificiu corespunzător, la partea inferioară a cuptorului.

**turnare prin aspirare,** (fig. T. 12), procedeu de turnare la care forma de turnare, numită cristalizator, introdusă cu capul de aspirare în recipientul cu metal lichid, se umple cu metal lichid datorită diferenței de presiune dintre suprafața metalului lichid ($p = 760$ Torr) și interiorul formei care este în legătură cu o pompă de vid ($p = 0,1-0,5$ Torr). Forma se răcește cu apă sub presiune ($p = 2-2,5$ at și $t = 40-45°C$). Procedeul se folosește pentru turnarea barelor și bucșelor (folosind miezuri din amestec de miez) de metale și aliaje neferoase (în special, aliaje de cupru), lipsite de incluziuni de gaze și nemetalice. Datorită productivității mici și costurilor mari are domeniu limitat de utilizare.

**turnare prin cădere liberă,** procedeu de turnare în care metalul lichid cade în formă (din amestec de formare sau metalică) sub acțiunea forței gravitaționale. Etapele tehnologice ale turnării în → *formă metalică* cuprind: curățirea cu hîrtie de șmirghel sau perie de sîrmă a suprafețelor interioare de contact sau de ghidare ale formei de vopseaua refractară de protecție a formei; preîncălzirea formei în cuptor electric sau cu gaz la 150—200°C; acoperirea suprafeței în contact cu metalul lichid a formei și a miezului cu vopsea refractară de protecție, avînd grijă să nu se atingă cu aceasta suprafața

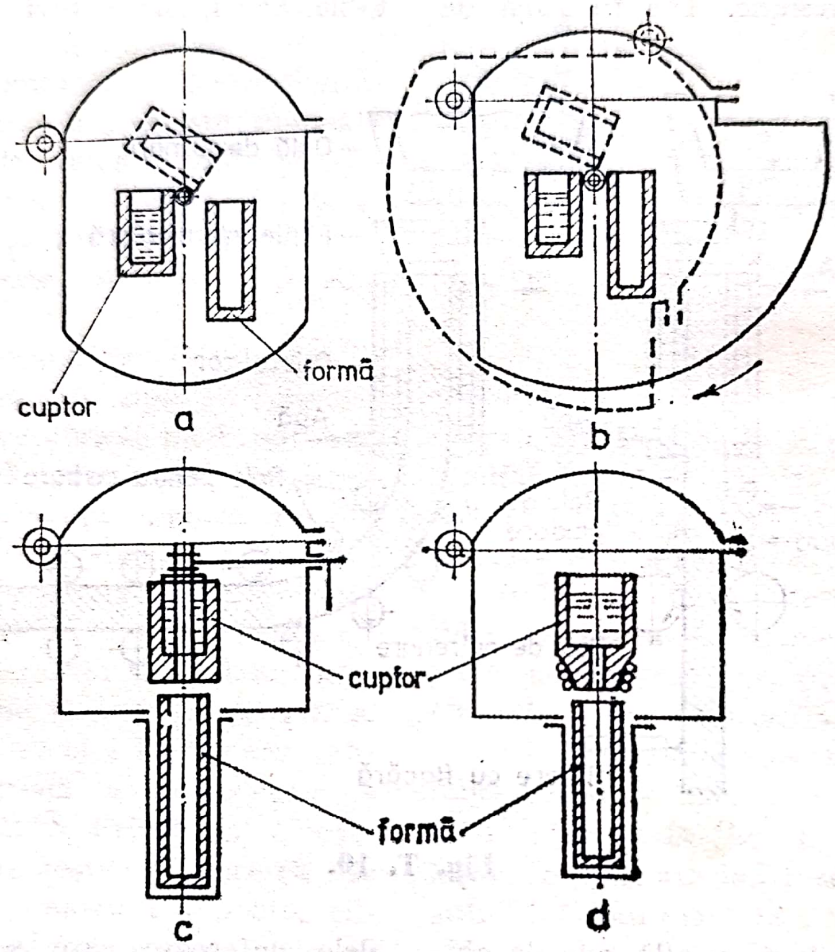
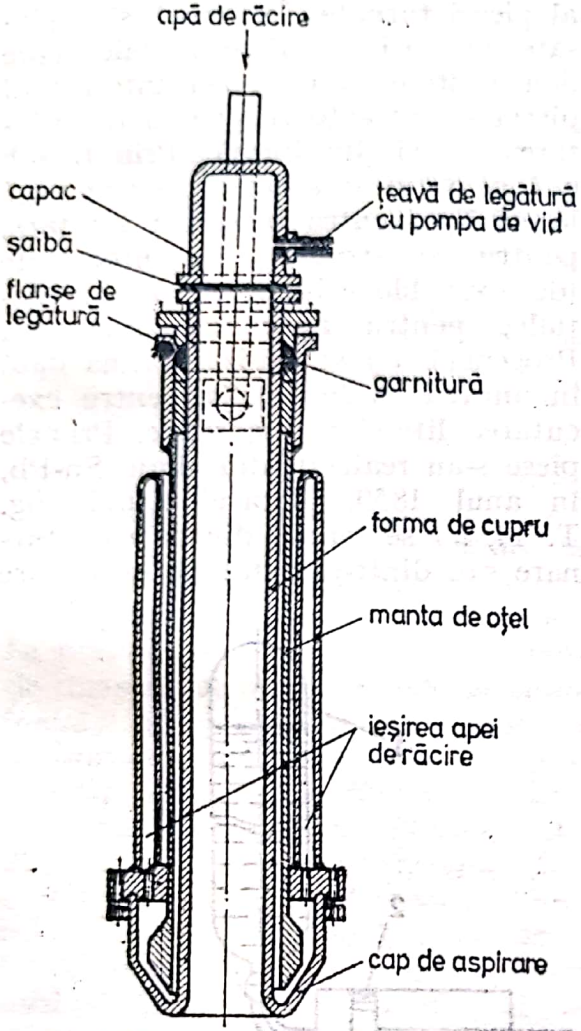


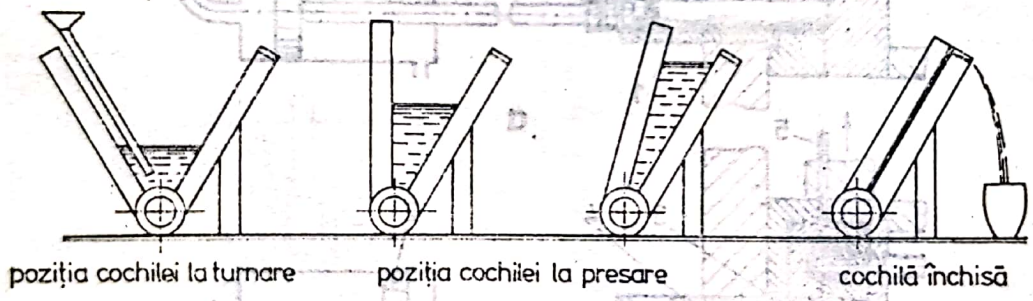

**Fig. T. 11.**




de separație; izolarea termică (cu azbest) și acoperirea cu vopsea de protecție a maselotei; curățirea cu răzuitor sau sîrmă de oțel a canalelor de aerisire de vopsea la montarea în ghidaj și curățirea cu aer comprimat a semiformelor; strîngerea părților mobile; montarea miezurilor metalice sau din amestec în formă; înclinarea formei în vederea intrării liniștite a metalului lichid la turnarea în formă; extragerea miezurilor; deschiderea formei; extragerea cu clește de formă corespunzătoare a piesei turnate din formă; așezarea corespunzătoare a pieselor turnate.

**turnare prin presare,** procedeu de turnare la care forma metalică se închide în timp determinat, presînd metalul lichid dintre cele două semiforme de la partea inferioară spre partea superioară a formei, în final, la $p = 1{,}4 - 1{,}6$ at, rezultînd piesa turnată (fig. T. 13). Procedeul se

← **Fig. T. 12.**




schema procedeului

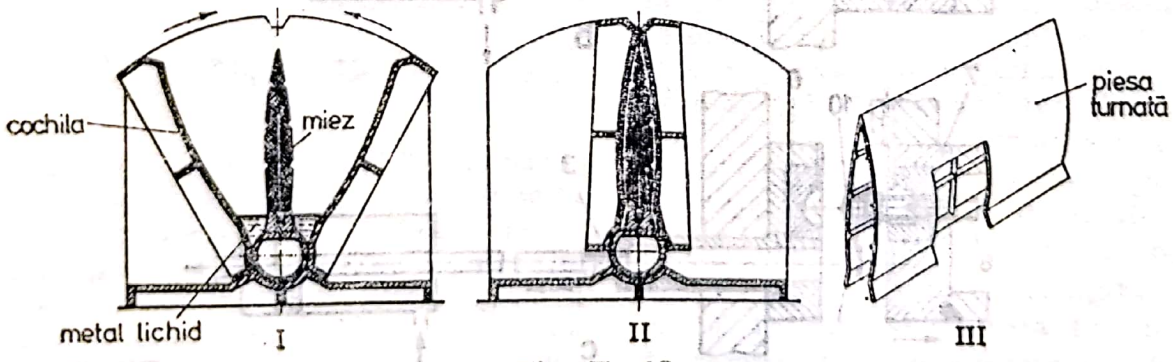



**Fig. T. 13.**

folosește la obținerea pieselor turnate mari (de ex.: 2 100 × 1 200 × × 1 mm) cu pereți subțiri, de formă apropiată plăcilor, din aliaje de aluminiu, utilizate, în special, la fabricarea aeronavelor.

**turnare sub presiune înaltă,** procedeu de obținere a pieselor turnate din metale și aliaje neferoase (în special Al, Mg, Zn, Cu ș.a. și aliajele lor) și din unele mărci de oțeluri. Metalul sau aliajul lichid este introdus cu viteză și presiune mare (presiunea specifică $p_{sp} = 30 - 150$ MN/m² (300 — 1 500 kgf/cm²)), într-o formă din oțel refractar, unde capătă forma și dimensiunile conturului exterior al piesei turnate. În formă sînt plasate miezuri metalice mobile, care dau naștere la conturul interior al piesei și extractoare pentru îndepărtarea piesei din formă. Prin **t. sub p. î.** se obțin, în special, piese de pînă la 45 kg, pentru instalații sanitare, pentru construcții de automobile (de ex.: blocuri-motor) și aerospațiale, pentru aparatură fină etc. Procedeul a fost utilizat prima dată în anul 1838 în Anglia pentru executarea literelor tipografice. Primele piese s-au realizat, din aliaje Sn-Pb, în anul 1859. Metalul lichid (fig. T. 14, *a*) se toarnă din oala de turnare sau dintr-o instalație de dozare

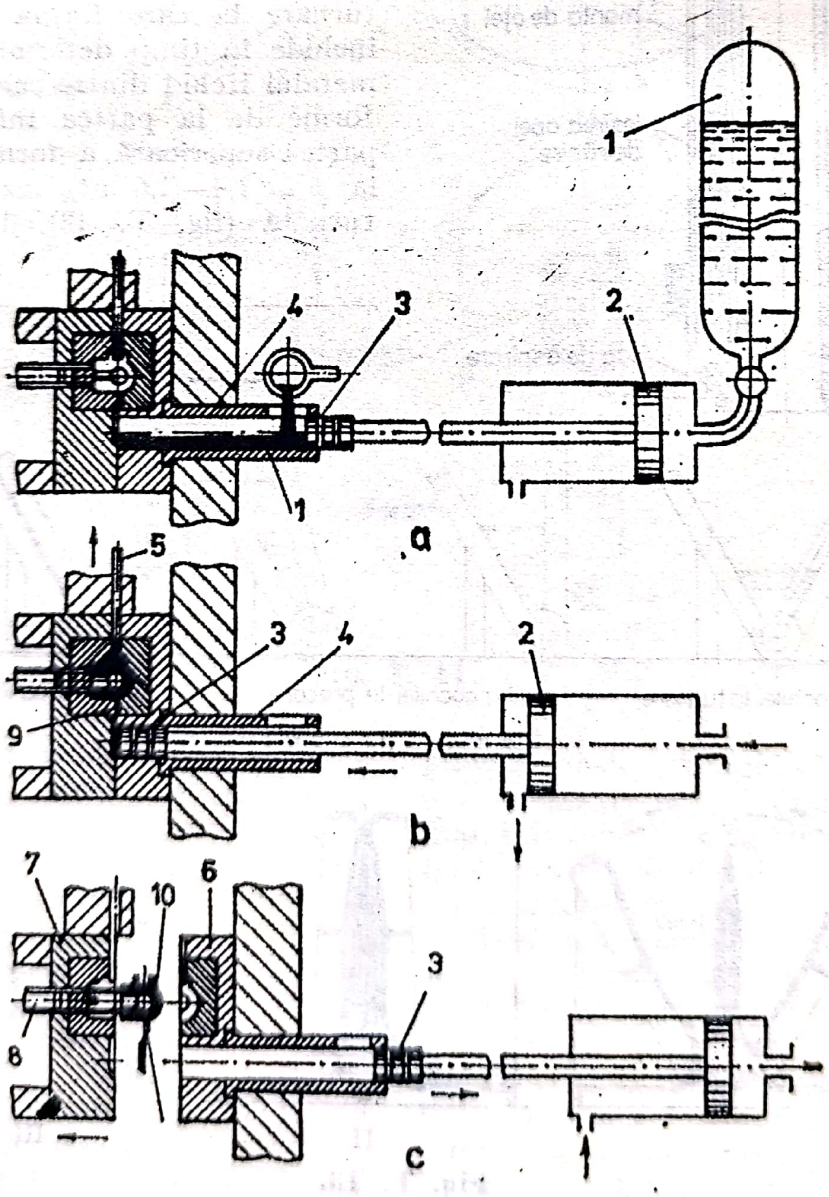



Fig. T. 14.

în camera de presare *4*. Lichidul de lucru (ulei sau emulsie) pătrunde din rezervorul *1* în cilindrul hidraulic cu piston *2* al mecanismului de presare, deplasează pistonul *3* și realizează umplerea cu metal lichid prin intermediul rețelei de turnare *9* a cavității formei. După sfîrșitul solidificării piesei turnate se scoate miezul metalic *5* și se deschide forma prin despărțirea semiformei fixe *7*. de semiforma mobilă *6* (fig. T. 14, *b*). În final, se evacuează automat piesa turnată *10* (care are atașată rețeaua de turnare *9*) cu ajutorul extractorului *8* și pistonul *3* este adus la poziția inițială, după care se poate reîncepe ciclul de lucru (fig. T. 14, *c*). În practică se utilizează două tipuri de mașini de *turnare sub presiune înaltă: cu cameră rece de presare* și *cu cameră caldă de presare*. La primul tip utilizat (fig. T. 14), în special, pentru turnarea aliajelor Al, Mg, Cu, a fontelor și oțelurilor, camera de presare *4* este înconjurata de aer la presiunea și temperatura obișnuită, iar la tipul al doilea utilizat (fig. T. 15), în special, în

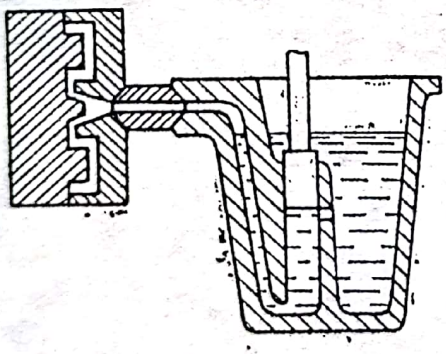


**Fig. T. 15.**

cazul aliajelor de Zn (în prezent, a început să se aplice și aliajelor de Mg), de metalul lichid care se toarnă. Calitatea pieselor turnate depinde de factorii tehnologici și constructivi: aliajul turnat, rețeaua de turnare și de aerisire, forma, stabilitatea temperaturii aliajului și formei, construcția pieselor turnate, vacuumarea formei etc. Avantaje: productivitate înaltă (1—50 piese turnate/min, limita superioară atingîndu-se prin folosirea formelor cu mai multe locașuri, în care se pot realiza la o turnare mai mult de 20 piese turnate), precizie dimensională (clasa 5—7) și a contururilor mare, calitate înaltă a suprafețelor (clasa 5—8 de precizie) pieselor turnate.

**turnare sub presiune joasă,** (fig. T. 16), procedeu de turnare la care metalul lichid este introdus în forma metalică sub presiuni joase (1,1—2 at). Aerul comprimat este dirijat printr-o țeavă în creuzetul cu capac în care se află metalul lichid, dirijîndu-l printr-o țeavă-picior de turnare în formă (încălzită la 300—400°C) unde rezultă piesa turnată. Acest procedeu se folosește pentru obținerea pieselor turnate din aliaje de aluminiu sau magneziu, cu pereți subțiri sau cu îngroșare centrală ce necesită la turnarea prin cădere liberă în formă maselote mari. Avînd în vedere costul relativ mare al investițiilor se aplică la producția de serie. Față de turnarea în formă metalică prin cădere liberă prezintă următoarele avantaje: economie de metal la rețeaua de turnare și de alimentare; consum mai mic de metal lichid; cost mai mic la curățirea pieselor turnate; înaltă productivitate: posibilitatea mecanizării și automatizării.

**TURNAREA OȚELULUI,** ansamblu de operații prin care oțelul lichid din oala de turnare, este turnat în lingotiere (fig. T. 17) în vederea obținerii lingourilor. **T. O.** include și operațiile legate de→ *solidificarea oțelului*. Prezintă o importanță deosebită în metalurgia oțelului, calitatea oțelurilor fiind direct influențată de modul în care se execută turnarea, de temperatura de turnare și viteza

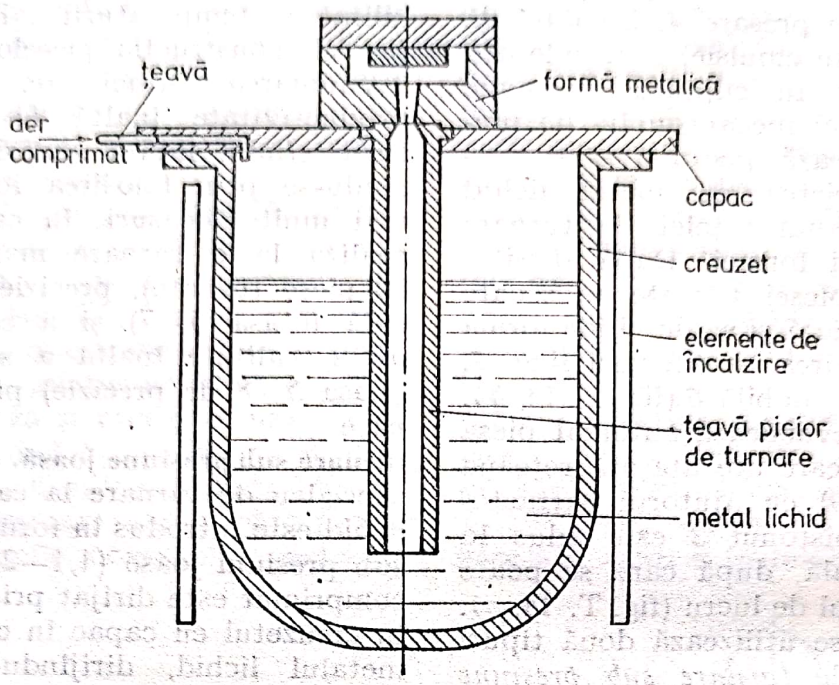



**Fig. T. 16.**

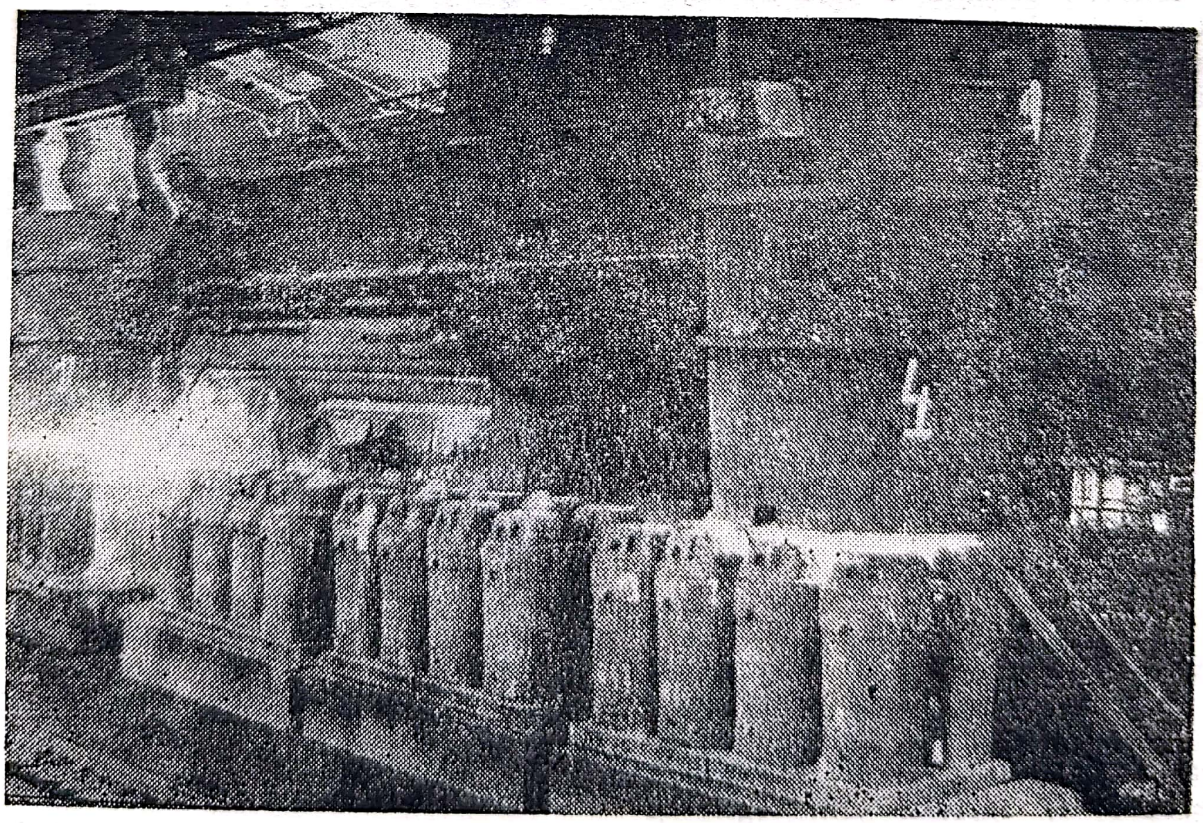


**Fig. T. 17.**

Scanned with OKEN Scanner

de turnare. *Temperatura de turnare* reprezintă temperatura necesară metalelor sau aliajelor în stare lichidă pentru a putea fi turnate în piese sau în lingouri. Ea este mai mare decît temperatura de topire și în consecință reprezintă suma dintre temperatura de topire și temperatura de supraîncălzire. Dacă temperatura de topire reprezintă o caracteristică a unui metal sau aliaj, temperatura de supraîncălzire mai depinde și de produsul rezultat din turnare, procedeul de turnare etc. (în cazul turnării oțelurilor sub formă de lingouri, temperatura de supraîncălzire variază de la 100 la 200°C). *Viteza de turnare* reprezintă cantitatea de metal sau aliaj în stare lichidă, introdusă în unitatea de timp, într-o formă de turnare sau în lingotieră. Depinde de temperatura de turnare, de mărimea produsului rezultat din turnare și de alți factori (dacă temperatura de turnare este ridicată și lingoul sau piesa turnată are o greutate mare, viteza de turnare trebuie să fie mare). Cele mai frecvente metode pentru **T. O.** sînt:

**turnarea cu pîlnie intermediară** folosită pentru obținerea lingourilor din oțel, în care scop oțelul lichid este turnat din oală, mai întîi într-o pîlnie intermediară și, apoi, direct în lingotiere, pe sus. Pîlnia (fig. T. 18) poate fi prevăzută cu mai multe orificii, amplasate deasupra unui număr corespunzător de lingotiere. Metoda permite turnarea concomitentă a mai multor lingouri și de diverse mărimi. Numărul stropilor de oțel, formați la suprafața lingourilor, este mai mic. Este indicată pentru producerea lingourilor din oțel de calitate care urmează a fi prelucrate prin forjare.

**turnarea directă** folosită în mod frecvent pentru obținerea lingourilor din oțel, oțelul lichid fiind turnat din oală, direct în lingotiere, pe sus.

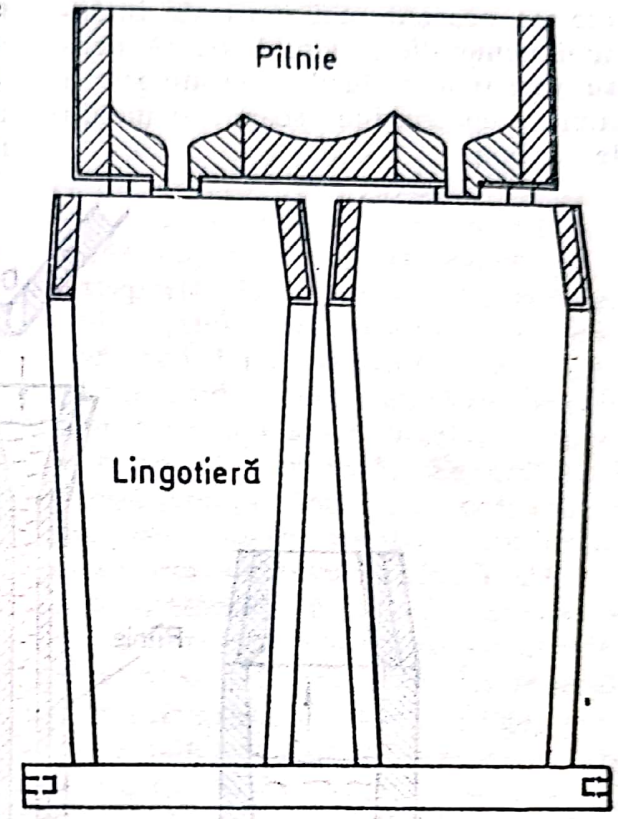



**Fig. T. 18.**

Operația necesită ca orificiul oalei de turnare să fie adus deasupra lingotierei și în dreptul axei acesteia. Metoda este simplă și permite obținerea unui oțel curat. Se aplică la turnarea lingourilor mari.

**turnarea în sifon** folosită în mod frecvent pentru obținerea lingourilor din oțel. Oțelul lichid din oala de turnare este introdus pe la baza lingotierei, de jos în sus. Pentru aplicarea acestei metode se folosește un utilaj special numit pod de turnare, cu ajutorul căruia se pot turna concomitent mai multe lingouri. *Podurile de turnare* (fig. T. 19), plăci groase din fontă pe care se așază lingotierele, sînt prevăzute cu canale, în care se montează rețeaua de turnare și, în centru, cu o pîlnie prin care se toarnă oțelul. Metoda prezintă avantajul de a obține lingouri cu o suprafață curată, dar este mai costisitoare, iar lingoul obținut con-

ține un procent mai mare de incluziuni nemetalice. Este indicată pentru turnarea oțelurilor necalmate și calmate cu conținut scăzut și mediu de carbon.

**turnarea sub vid,** (fig. T. 20) are ca scop micșorarea conținutului de gaze ($O_2$, $H_2$, $N_2$) din oțel, prin menținerea acestuia, în stare lichidă, în camere speciale, unde, datorită înde-

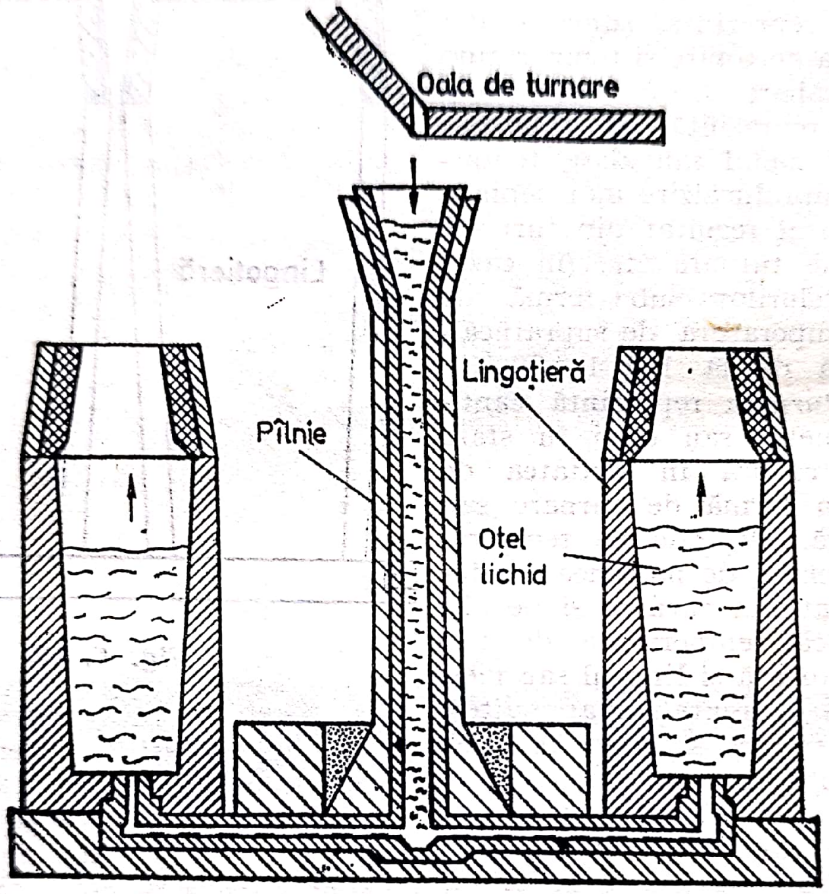



Fig. T. 19.

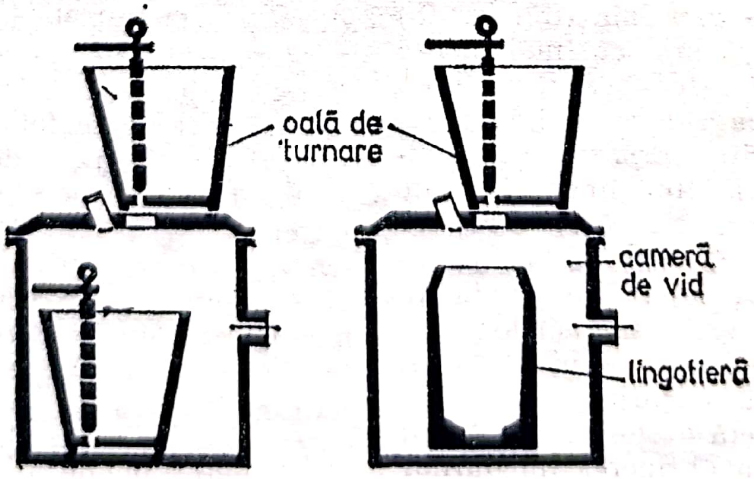



Fig. T. 20.

părtării aerului, se realizează presiuni scăzute (pînă la 0,1—0,2 mm Hg). Practic, nu se ajunge la un vid total, adică la o presiune a coloanei de mercur de 0 mm. Pentru a crește eficiența **t. sub v.**, oala de turnare este așezată deasupra unei camere vidate, în care se află fie o altă oală de turnare, fie un număr de lingotiere. Trecerea oțelului din oala de turnare în camera cu vid se realizează printr-o deschizătură etanșată cu ajutorul unei plăci de aluminiu care, la contactul cu oțelul fierbinte, se topește. Obținerea vidului se face cu ajutorul unor pompe (speciale) Roots. Cu ajutorul acestei metode conținuturile de gaze din oțel scad cu: 40—50% pentru oxigen, 60—70% pentru hidrogen și 30—50% pentru azot. Procedeul se aplică în primul rînd oțelurilor aliate dar și la unele oțeluri nealiate destinate fabricării pieselor importante sau cu durabilitate mare (arbori cotiți, rulmenți etc.). Pentru turnare, oala în care se află oțelul lichid se manevrează cu ajutorul mașinii de turnare a oțelului sau cu macaraua de turnare. *Mașina de turnare* este o mașină specială pentru turnarea oțelului în lingotiere care se deplasează pe căi de rulare montate pe platforma de lucru a halei de turnare. Mașina de turnare preia oala de turnare de la cuptorul de elaborare și o transportă la groapa de turnare unde oțelul este turnat în lingotiere. Cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd se deplasează în direcția axei longitudinale a halei de turnare și poate fi turnantă. Se utilizează numai atunci cînd nu se pot adapta căi de rulare pentru macarale. Macaraua de turnare (fig. T. 21) ridică și transportă oala de turnare de la cuptorul de elaborare la utilajul în care se face turnarea. În general, este prevăzută cu două cîrlige, pentru prinderea oalei de turnare, fixate la un balansoar care este ridicat sau coborît. În unele cazuri este dotată cu o pisică auxiliară pentru basculareа oalei de turnare. Are avantajul că se poate deplasa în toată hala

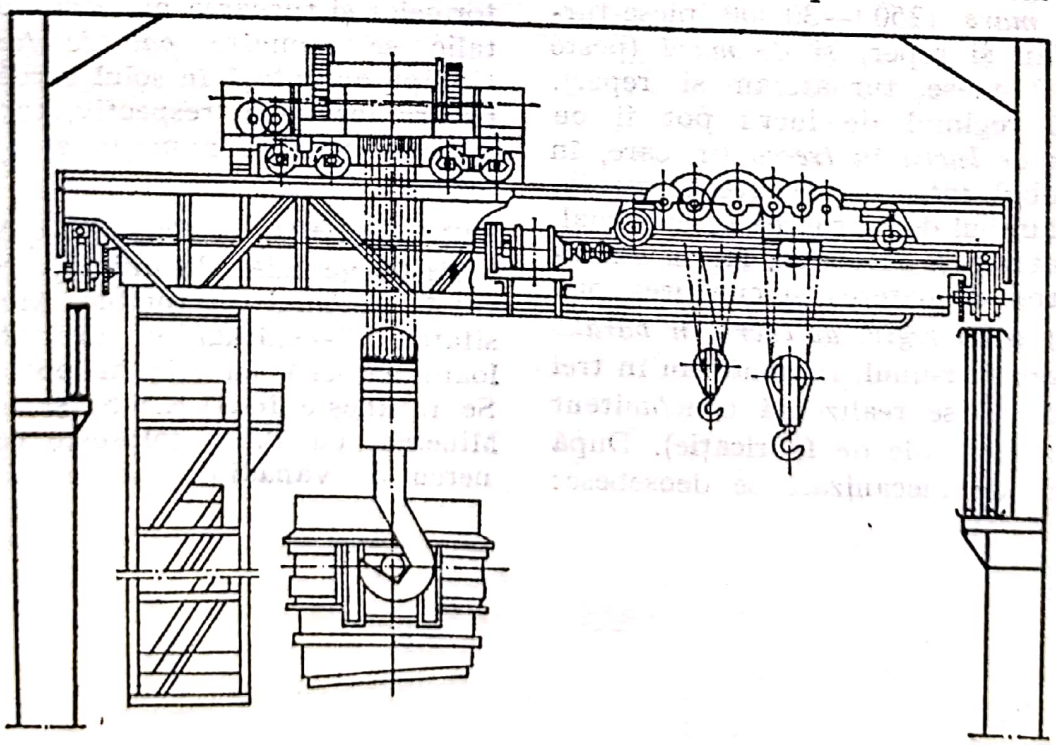


**Fig. T. 21.**

Scanned with OKEN Scanner

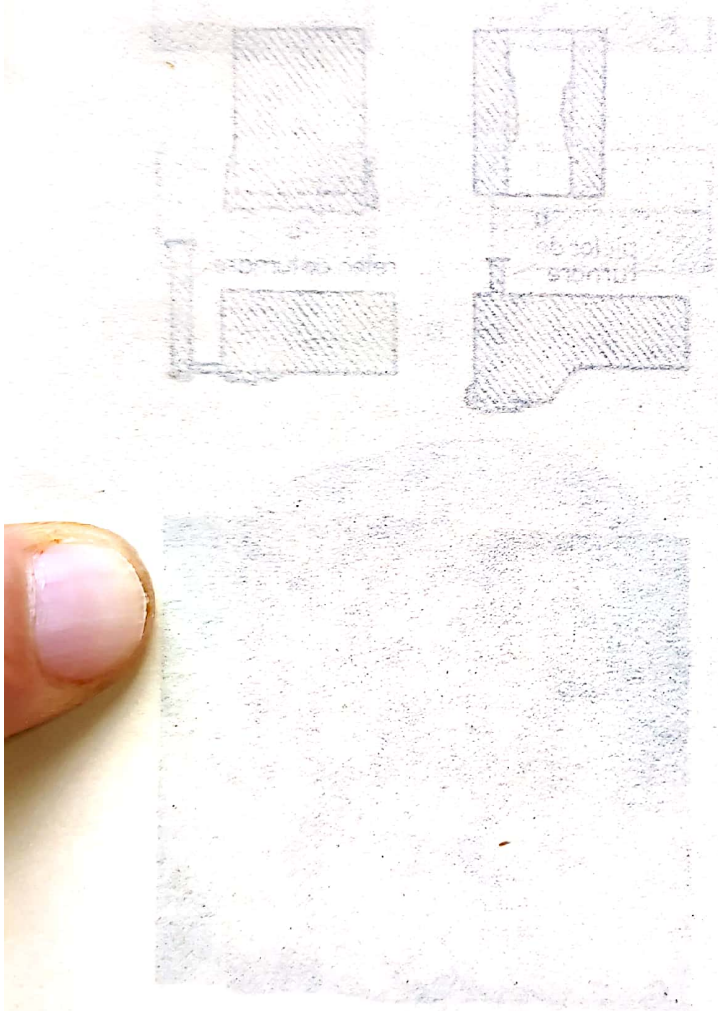
de turnare și se poate adapta la lucrări variate.

**TURNĂTOR,** lucrător calificat care lucrează direct în procesul tehnologic de realizare a pieselor turnate. În cazul turnătoriilor complexe, pentru a defini și etapa fluxului tehnologic în care acesta își desfășoară activitatea, alături de termenul general de **T.** se asociază și termenul de formator (care lucrează la formare), turnător (care toarnă), dezbătător și curățitor (care lucrează la dezbaterea și curățirea pieselor turnate).

**TURNĂTORIE,** unitate economică destinată fabricării pieselor din metale sau aliaje prin formare, elaborarea metalelor și aliajelor pentru turnare, turnare în forme, dezbatere și curățire. După natura aliajului se clasifică în: *de oțel, de fontă* și *de aliaje neferoase*. După caracterul producției se clasifică în: *de unicate* (sub 50 piese turnate/an și reper), *de serie mică* (50—300 piese turnate/an și reper), *de serie mijlocie* (300—2500 piese turnate/an și reper), *de serie mare* (2500—30 000 piese turnate/an și reper) și *de masă* (peste 30 000 piese turnate/an și reper). După regimul de lucru pot fi cu *regim de lucru în trepte* (în care, în schimbul întîi se execută formarea, în schimbul doi turnarea și, eventual, dezbaterea și curățirea, iar în schimbul trei dezbaterea și curățirea pieselor) și cu *regim de lucru în paralel* (în care într-unul, în două sau în trei schimburi se realizează concomitent toate operațiile de fabricație). După gradul de mecanizare se deosebesc: *turnătorii nemecanizate* sau *mecanizate parțial* (destinate producției de unicate și de serie mică, de piese ușoare și mijlocii, cu capacitate de max. 5 000 t/an, la care majoritatea operațiilor se execută manual), *turnătorii parțial mecanizate* (producție de serie mică și mijlocie, cu capacitate de max. 10 000 t/an, mecanizate fiind operațiile de formare-miezuire și de transport al amestecurilor de formare, fără flux continuu) și *turnătorii integral mecanizate* (producție de serie mare sau de masă, cu capacitate de min. 10 000 t/an, majoritatea operațiilor, inclusiv transportul formelor și al pieselor fiind mecanizate). **T.** cuprind următoarele subunități: de formare, de miezuire, de preparare a amestecurilor de formare, de elaborare a aliajelor, de turnare, de dezbatere, de curățire și remaniere a defectelor pieselor turnate. Suprafața din **T.** (sol) amenajată pentru asigurarea producției de piese turnate se numește *solul turnătoriei*. Porțiunea din solul turnătoriei special amenajată pentru asamblarea formelor și turnarea materialului metalic se numește *pat de turnare*. Groapa executată în solul turnătoriei pentru formarea, respectiv, turnarea pieselor mari se numește *groapă de turnare*.

**TYUYAMUNIT,** $CaO \cdot 2UO_2 \cdot V_2O_5 \cdot nH_2O$, vanadat de uraniu, cristalizat în sistemul ortorombic. Are densitatea 3,7—4,3 kg/dm³. Prezintă culoare galbenă cu irizații portocalii. Se întîlnește în U.R.S.S. și S.U.A. Minereul cu **T.** se folosește ca minereu de vanadiu.

**ȚAGLĂ**, semifabricat laminat de secțiune patrată, cu latura cuprinsă între 40 și 140 mm, rotundă, cu diametrul cuprins între 30 și 300 mm. Ț. pot avea și secțiune dreptunghiulară cu lățimea de 140—280 mm și grosimea de 35—70 mm. În funcție de aceste caracteristici poartă denumirea de *țagle patrate*, *țagle rotunde* sau *țagle plate*. Țaglele patrate sau plate au muchiile rotunjite și fețele plane sau puțin concave. Se folosesc pentru laminarea profilelor, sîrmelor, țevilor sau la forjare. Ț. se livrează la lungimea de 1,5—12 m.



# U

**ULEI VEGETAL,** produs obținut, prin presare și extracție cu solvenți, din fructele și semințele plantelor. Unele uleiuri expuse la aer sau puțin încălzite se oxidează și polimerizează repede, formînd o peliculă fină și rezistentă (uleiuri sicative) iar altele în timp mai lung și la temperaturi mai ridicate *(uleiuri semisicative)*. Pentru creșterea vitezei de întărire în compoziția lor se introduc substanțe sicative conținînd Co, Pb, Mn etc. Viteza de întărire a uleiului se exprimă prin indicele de iod (uleiul de in 170—204, de cînepă 140—167, de floarea soarelui 127—136), iar durabilitatea în timp prin indicele de saponificare (uleiul de in 185—194, de cînepă 170—194, de floarea soarelui 186—199). Uleiurile sicative de in, cînepă și, mai rar, semisicative de floarea soarelui se utilizează ca liant (1—3%) în amestecurile de formare pentru turnătorii.

**UMFLĂTURĂ,** defect care se prezintă ca o îngroșare locală, interioară sau exterioară, la piesele turnate. Cauze posibile ale apariției defectului; grad insuficient de îndesare a formei; uscare incompletă a formei sau miezului (fig. U. 1, *a*); presiune metalostatică mare (fig. U. 1, *b*); primele două cauze asociate și cu rețea de turnare amplasată și/sau dimensionată incorect (fig. U. 1, *c*); asamblare neatentă a elementelor componente ale formei.

**UMPLERE INCOMPLETĂ,** defect de turnare, caracterizat prin faptul că piesa turnată are configurație incompletă, ca urmare a umplerii parțiale cu metal lichid a cavității formei. În fig. U. 2, *a* sînt prezentate tipurile de **U. I.** Cauzele posibile ale apariției acestora: temperatură joasă de turnare; alimentatoare prea mici; aerisire necorespunzătoare a formei; temperatura joasă a formei (în cazul formelor permanente); remanierea in-

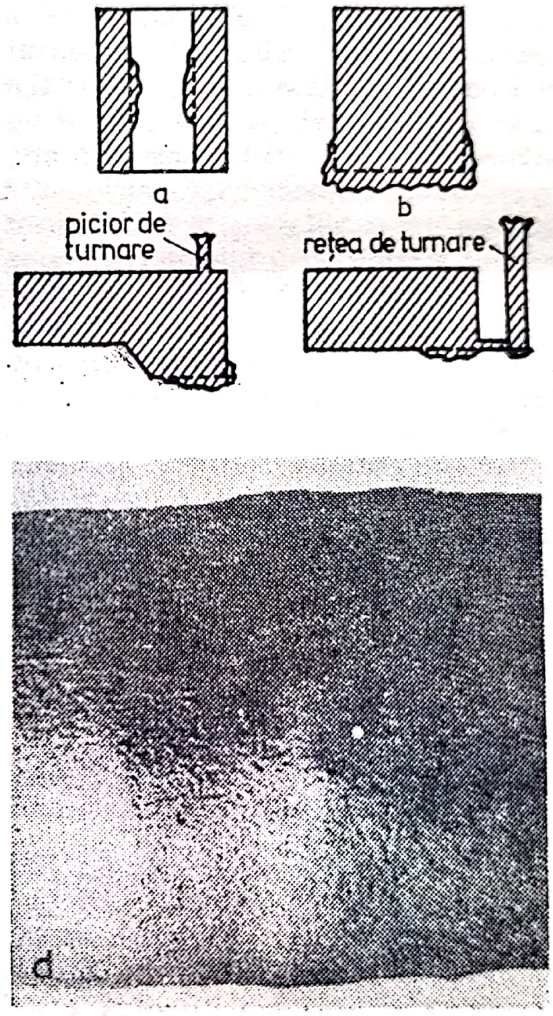



**Fig. U. 1.**

corectă a formei; vopsirea neuniformă a formei sau miezului; cantitate insuficientă de metal lichid în oală; întrerupere prematură a turnării; neglijență la etanșarea sau la asigurarea formei.

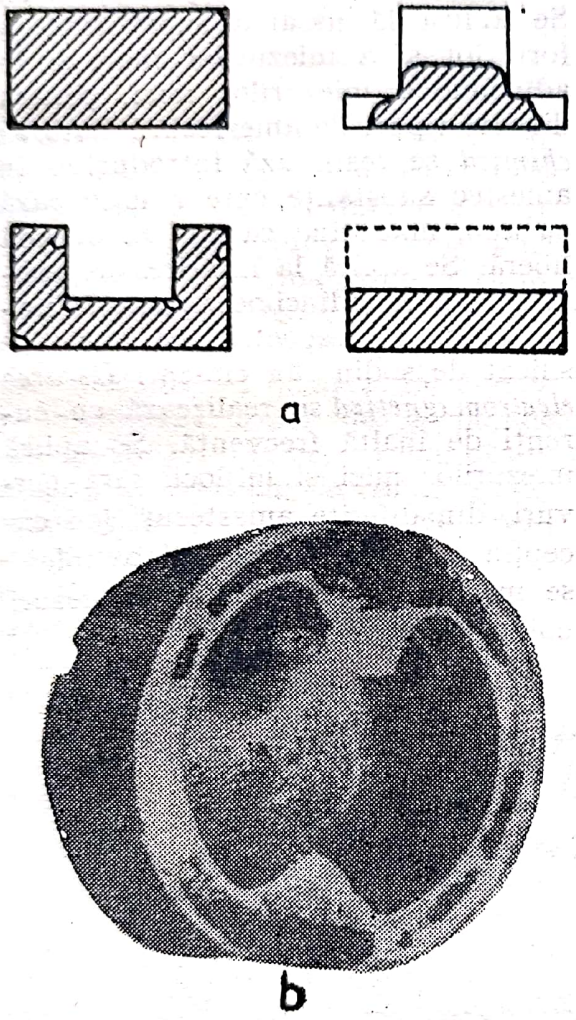



Fig. U. 2.

**URANIU,** U, element metalic din grupa actinoidelor, cu numărul atomic 92, masa atomică 238,03, valența II, III, IV, V, VI. A fost descoperit (1789) de M. H. Klaproth. Metal radioactiv răspîndit în natură numai sub formă de combinații (pehblendă), prezintă în fază solidă trei forme alotropice: uraniul $\alpha$, uraniul $\beta$ și uraniul $\gamma$. Uraniul $\alpha$ este stabil pînă la temperatura de 662°C și cristalizează în sistemul ortorombic. Uraniul $\beta$ este stabil între 662 și 772°C și cristalizează în sistemul tetraedric iar uraniul $\gamma$ este stabil între 772 și 1090°C și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat. Are culoarea alb-argintie și densitatea 19,05 kg/dm$^3$, p.t. 1090°C, p.f. 3818° C, căldura masică (la 20°C) 117 J/kg·K, conductivitate termică (la 20°C) $0{,}251 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,35 $\Omega \cdot mm^2/m$. Prezintă o rezistență de rupere la tracțiune comparabilă cu a oțelului și care variază în funcție de procedeul de prelucrare la cald. Astfel, după turnare și recoacere, rezistența de rupere la tracțiune este cuprinsă între 44 și 50 daN/mm$^2$, iar după laminare și recoacere valoarea ei ajunge la 79 daN/mm$^2$. Are duritatea Brinell ridicată ($HB = 260$) dar prezintă o alungire scăzută ($\delta = 5-7\%$). Din punct de vedere chimic este un metal foarte reactiv, practic reacționînd cu toate elementele, exceptînd gazele nobile. La temperatură obișnuită se oxidează acoperindu-se la suprafață cu un strat negru mat de oxid de uraniu. Descompune apa și este atacat de acizi diluați formînd sărurile respective și punînd în libertate hidrogen. Față de acidul azotic prezintă pasivitate. Se combină cu halogenii, sulful, azotul etc. Este utilizat drept combustibil în reactoarele nucleare și la obținerea izotopilor radioactivi. Dintre țările mari producătoare se menționează S.U.A., U.R.S.S., Canada, Africa de Sud și Franța.

**URMĂ,** defect sub formă de suprafață deteriorată la produsele laminate și trase. La profilele fasonate, apare datorită frecării excesive între pereții calibrelor și metalul barei laminate și se numește *urmă de frecare*. La tragere, se prezintă sub formă de urme inelare rămase pe produsul

Scanned with OKEN Scanner

tras, la care a variat, de obicei, brusc și repetat, frecarea între filieră sau matriță și oțelul-tras și poartă numele de *urme de vibrații*.

**USCAREA FORMELOR ȘI MIEZURILOR,** operație tehnologică pentru îndepărtarea substanțelor lichide și, în special, a apei, în vederea creșterii rezistenței și permeabilității formelor și miezurilor și limitării cantității de gaze degajate la turnarea în formă a materialului metalic lichid. Se realizează pe cale termică, chimică sau electromagnetică. *Uscarea termică* se poate realiza cu gaze calde sau cu instalații speciale de încălzire prin convecție sau prin radiație calorică. La uscarea cu gaze calde apa se vaporizează și se elimină în exterior. Se folosește pentru uscarea superficială sau profundă a formelor și miezurilor din orice tip de amestec. În acest scop se folosesc cuptoare de uscare *(→ cuptor metalurgic)*. Instalațiile speciale de încălzire prin convecție se folosesc în cazul executării miezurilor și formelor-coji, obținute cu amestecuri cu rășini sau cu sticlă solubilă. La instalațiile speciale încălzirea se realizează prin radiație calorică emisă la lămpi speciale amplasate în tunele sau încăperi speciale. Se aplică la uscarea superficială a formelor și a miezurilor mari și în adîncime a miezurilor mici, pentru diferite tipuri de amestecuri. *Uscarea chimică* se realizează introducînd în amestec substanțe care reacționează cu apa, micșorînd cantitatea de apă liberă. Se aplică la întărirea superficială sau în adîncime a amestecurilor chimice, respectiv, pe bază de silicat de sodiu sau ciment. *Uscarea electromagnetică* se realizează cu curenți de înaltă frecvență. Se aplică miezurilor mici și mijlocii fără nervuri, din diferite amestecuri (cu excepția amestecului cu liant ulei); se mai aplică și la forme și miezuri coji.

Scanned with OKEN Scanner

# V

**VAGON CÎNTAR,** utilaj folosit pentru dozarea materialelor care alcătuiesc încărcătura furnalului (fig. V.1). Tipul uzual este prevăzut cu două pîlnii autodescărcătoare, cu o capacitate corespunzătoare mărimii skipului de la furnal. Pe **V. C.** sînt montate mecanismul pentru închiderea și deschiderea ușilor de la pîlniile autodescărcătoare, mecanismul de acționare, mecanismul de cîntărire, sistemul pneumatic și mecanismul pentru acționarea închizătoarelor tambur ale buncărelor de minereu și fondanți de la furnal. Șasiul său metalic din grinzi longitudinale și transversale se sprijină pe două boghiuri cu cîte două osii (pe ecartamentul normal de cale ferată). **V. C.** condus de un mecanic este oprit în dreptul silozului de zi din care urmează a se alimenta cu minereu. După ce în ambele pîlnii au fost introduse cantitățile de minereu, aglomerat și fondanți, conform rețetei de încărcare a furnalului este deplasat deasupra gropii skipurilor unde materialul dozat este lăsat să cadă în skipuri. În mod obișnuit **V. C.** are capacități de 25, 30 și 40 t.

**VALȚURI DE FORJARE,** mașină de forjat în matriță unde deformarea plastică are loc cu ajutorul a doi cilindri care se rotesc în sens invers. Acțiunea cilindrilor de forjat este asemănătoare cilindrilor de laminor. Se utilizează atît la operațiile pregătitoare matrițării cît și la matrițarea propriu-zisă. În acest scop matrițele se montează pe un anumit segment al cilindrilor, astfel încît la o rotație completă să existe o suprapunere precisă atît în lungime cît și transversal. Materialul se introduce între cilindri atunci cînd matrițele se află

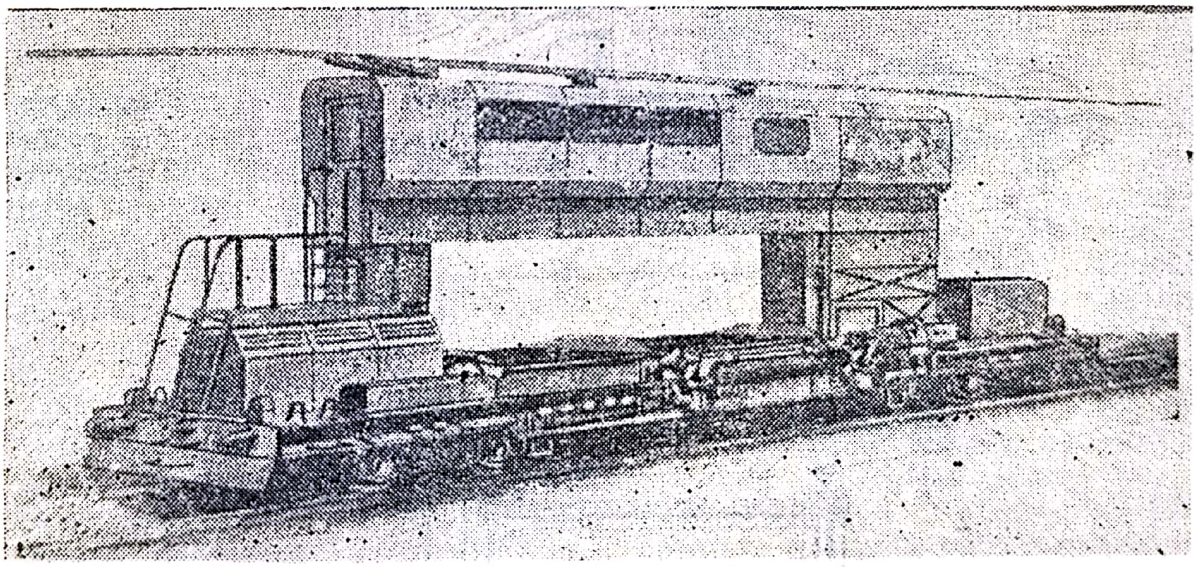


**Fig. V.1.** Vagon cîntar.

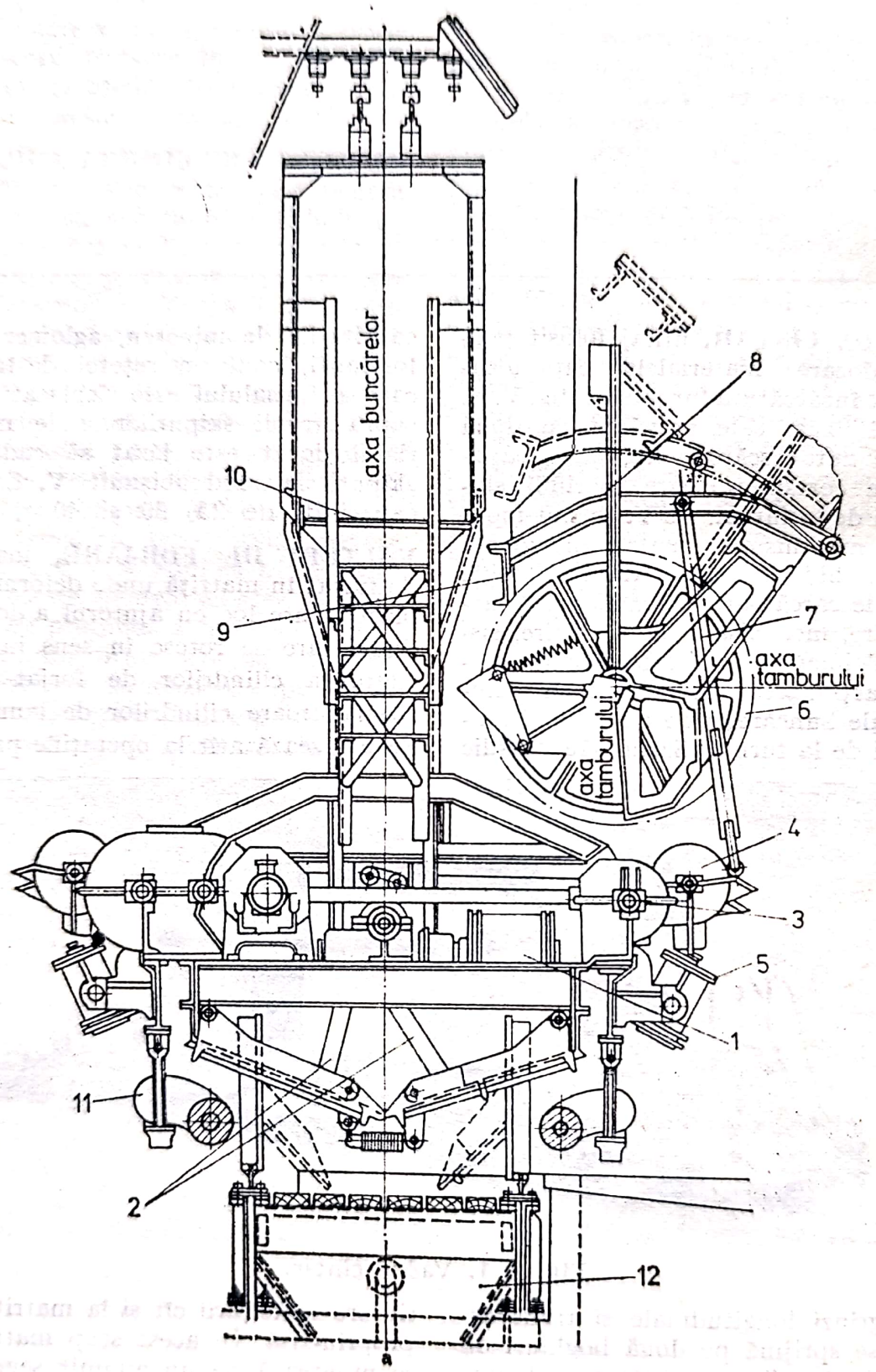



**Fig. V. 1.** Vagon cîntar:

*1* — cilindru pneumatic; *2* — pîrghii pentru manevrarea fundurilor rabatabile ale pîlniilor; *3* — roată dinţată; *4* — roată dinţată pentru rotirea tobelor închizătorului; *5* — cilindru pentru ridicarea roţii dinţate; *6* — închizător tambur; *7, 8* — pîrghii pentru ridicarea roţii dinţate; *9* — opritor; *10* — platforma de comandă a vagonului; *11* — mecanism de cîntărire; *12* — pîlnia de alimentare a skipului.

Scanned with OKEN Scanner

în poziție deschisă astfel ca, în momentul cînd ajung în planul de lucru, să-l prindă și să-l deformeze. Pe același cilindru se pot monta mai multe matrițe pentru deformarea succesivă a materialului. Forjarea la **V. de F.** este recomandată pentru obținerea pieselor sau semifabricatelor de formă alungită, cu variații ale secțiunii transversale. Au o productivitate foarte mare în comparație cu alte mașini de forjat.

**VANADINIT,** $(PbCl) \cdot Pb_4(VO_4)_3$, vanadat de plumb, cristalizat în sistemul hexagonal, dipiramidal. Are culoarea roșu-rubin, galbenă, brun-deschis, brun-roșie, duritatea 2,75—3 (scara Mohs) și densitatea 6,66—7,23 kg/dm³. Conține 90,2% $Pb_4(VO_4)_3$ și 9,8% PbCl. Cîteodată sînt prezenți în cantități mici $P_2O_5$, $As_2O_5$. Se găsește în U.R.S.S., Austria, Spania, Scoția, Maroc, Argentina, Mexic, S.U.A. Minereurile cu **V.** se supun operației de concentrare și se folosesc la extragerea vanadiului și la elaborarea aliajelor sale.

**VANADIU,** V, element metalic din grupa a V-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 23, masa atomică 50,942, valența II, III, IV, V. A fost descoperit (1830) de N. G. Sefström care i-a dat denumirea după numele zeiței Vanadis (personaj din mitologia scandinavă). Este un metal rar care se găsește în natură sub formă de combinații (sulfură complexă de vanadiu, vanadați), destul de răspîndit, dar dispersat în cantități foarte mici. Are culoarea cenușie, densitatea 5,96 kg/dm³, p.t. 1715°C, p.f. 3450°C, căldura masică (la 20°C) 502 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $0{,}309 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitate electrică (la 20°C) 0,248 $\Omega \cdot mm^2/m$. Cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, fără a prezenta alte forme alotropice. Carbonul fie adăugat, fie sub formă de impuritate îi ridică temperatura de topire datorită formării carburii de vanadiu (un adaos de 2,7% C în **V.** mărește temperatura de topire a acestuia la 2185°C). Metalul pur este maleabil, ductil și rezistent la rupere. Proprietățile mecanice sînt influențate de gradul de puritate și de metoda de prelucrare la cald. Impurități ca: hidrogen, oxigen, azot îl transformă într-un metal foarte dur, casant, mărindu-i în același timp și rezistența de rupere la tracțiune. Astfel, rezistența de rupere la tracțiune a **V.** extrapur de 22 daN/mm² poate ajunge la 56 daN/mm² iar duritatea de la $HV = 64$ la $HV = 630$. În funcție de metoda de prelucrare la cald principalele caracteristici mecanice variază astfel: rezistența de rupere la tracțiune de la 49,0 daN/mm² (recopt) la 64,0 daN/mm² (laminat la cald), alungirea de la $\delta = 32\%$ (recopt) la $\delta = 22\%$ (laminat la cald) și duritatea în stare recoaptă $HV = 150$. Din punct de vedere chimic se caracterizează printr-o reactivitate relativ redusă. Metal anticorosiv față de o serie de acizi, soluții alcaline și apă de mare, **V.** este atacat de acizii azotic și fluorhidric concentrați și de apa regală. La cald se combină cu halogenii, oxigenul și azotul. Se utilizează sub formă de ferovanadiu la elaborarea oțelurilor aliate. Ca element de aliere în oțeluri mărește rezistența de rupere la tracțiune, alungirea și rezistența la temperaturi ridicate. Vanadiul pur are utilizări în tehnica nucleară și în chimie, drept catalizator.

*METALURGIA VANADIULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare sub formă de semifabricate a acestuia. Dintre mineralele folosite fac parte: patronitul, carnotitul, mottromitul și descloizitul. O mare cantitate de vanadiu se obține și prin prelucrarea unor zguri vanadifere, rezultate în urma afinării (în convertizor) fontelor care conțin vanadiu. Pentru producerea

vanadiului, la început se urmărește obținerea pentoxidului de vanadiu, $V_2O_5$, din materii prime. În acest scop, materiile prime, în amestec cu clorură de sodiu, se supun unei prăjiri clorurante, la 700—850°C, în cuptoare de prăjire polietajate. Produsul rezultat din prăjire se tratează cu o soluție alcalină de $Na_2CO_3$ pentru formarea unei soluții de metavanadat de sodiu, $Na_2VO_3$. Prin filtrare, acesta se separă de impuritățile insolubile și se atacă cu acid sulfuric, rezultînd, prin precipitare, pentoxidul de vanadiu. După uscare pentoxidul de vanadiu urmează a fi supus, în final, operației de reducere care se poate realiza prin aluminotermie, rezultînd un vanadiu cu un conținut de 95—98% V. Reducerea pentoxidului de vanadiu se mai face cu calciu sau hidrogen, caz în care se obține vanadiu sub formă de pulbere. Pentru producerea vanadiului pur se aplică procedeul Van Arkel-de Boer, utilizat în metalurgia titanului; prin descompunerea termică a iodurii de vanadiu se obține vanadiu metalic cu un conținut de 99,9% V. Pulberea de vanadiu se presează și sinterizează urmînd să se prelucreze, prin deformare plastică la cald, în vederea producerii de tablă sau sîrmă. Prelucrarea vanadiului prin deformare plastică la cald trebuie să se facă în atmosferă protectoare de argon sau heliu.

**VANĂ,** robinet de închidere cu sertar pentru întreruperea etanșă a legăturii dintre două porțiuni a unei conducte. Se execută din fontă sau oțel, pentru conducte cu dimensiunile nominale cuprinse între 100 și 1200 mm prin care circulă lichide, gaze, aer, abur, la temperaturi pînă la 500°C. Sertarul are forma unei pene cu suprafețele de închidere înclinate sau paralele, față de axa verticală. Închiderea etanșă se realizează prin acționarea forțată a sertarului pe scaun. **V.** folosite la conductele pentru substanțe chimice sau petroliere au sertarul format dintr-o pană masivă cu pereții înclinați. În cazul conductelor pentru aer sau gaze se utilizează **V.** cu sertare formate din două discuri cu articulație sferică. Acționarea **V.** se face manual sau electromecanic. În fig. V. 2 este reprezentată vana cu articulație sferică în poziția închis și deschis.

**VAR,** substanță obținută prin calcinarea calcarului la temperaturi de 1000—1200°C. Este întrebuințat ca fondant în siderurgie, liant pentru mortare, materie primă pentru fabricarea carburii de calciu și a clorurii de var etc.

**VATRA CUPTORULUI,** partea inferioară din interiorul unui cuptor unde se așază materialele care urmează să fie supuse unor procese fizico-chimice (încălzire, calcinare, prăjire, topire, afinare etc.).

**VATRĂ CATALANĂ,** cuptor datînd din evul mediu, folosit pentru obținerea lupelor din minereu, prin metoda reducerii directe. Partea principală a cuptorului (fig. V. 3) o forma vatra pe care se puneau cărbunii înroșiți și, apoi, mangalul. Deasupra, în straturi alternative se așeza minereul și mangalul, suflîndu-se aer rece cu ajutorul foalelor manuale. Temperatura realizată prin arderea combustibilului crea condiții pentru reducerea minereului cu carbonul din mangal rezultînd schelete de fier în stare păstoasă. Scheletele de fier se sudau între ele, în amestec cu zgura formînd lupe de fier care erau evacuate din cuptor. Prin prelucrare la forje, zgura era îndepărtată, obținîndu-se o bucată de oțel care se transforma apoi în diverse obiecte, arme etc. Prin înlocuirea foalelor manuale cu foale mecanice producția de lupe a mai crescut ajungînd ca, într-un metru cub de cup-

Scanned with OKEN Scanner

tor, să se producă 2,4 t metal pe zi.

**VATRĂ CORSICANĂ,** cuptor vechi pentru producerea lupelor din minereu prin metoda reducerii directe, asemănător vetrei catalane. Caracterizat printr-o vatră bombată (fig. V.4), și de dimensiuni mai mici era mai puțin răspîndit.

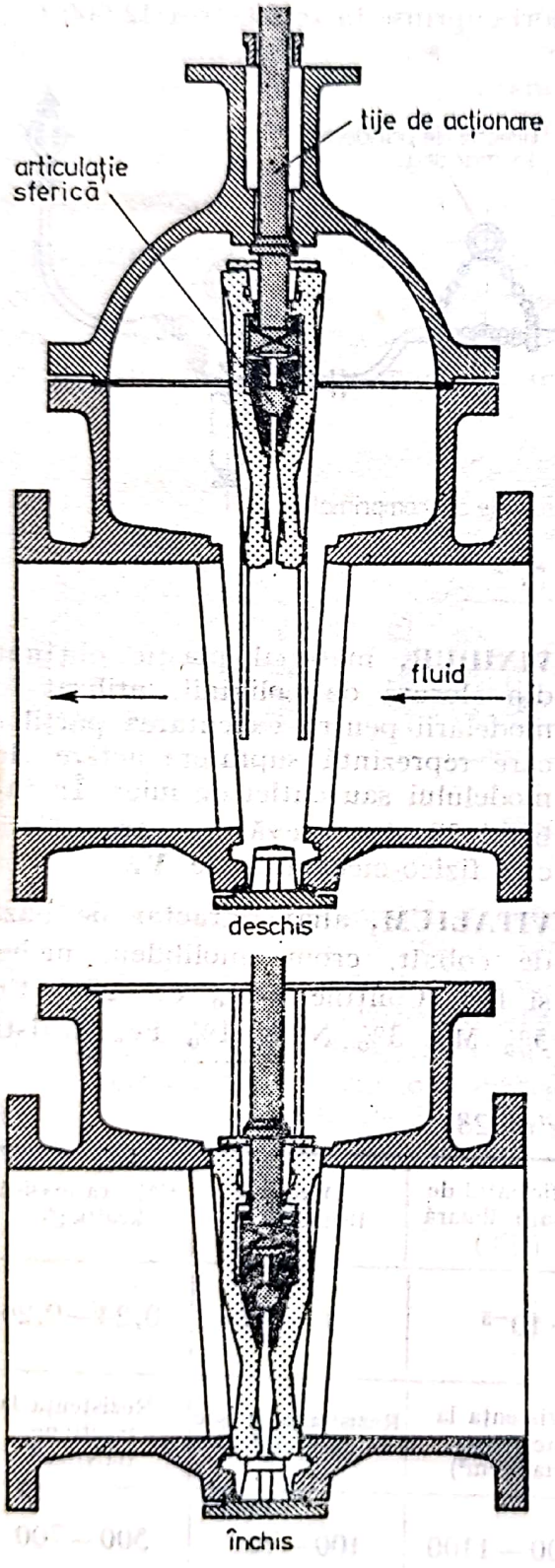



Fig. V. 2.

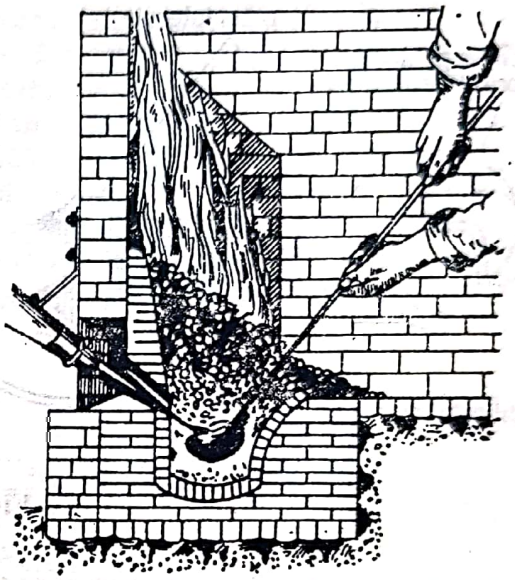


Fig. V. 3.

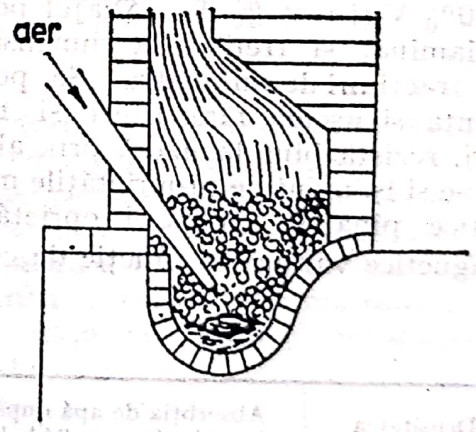



Fig. V. 4.

**VIBRATOR PNEUMATIC,** instalație folosită la dezbaterea formelor de turnare mari (cu dimensiuni ale ramelor de la 1000 × 1500 × 300 pînă la 1500 × 1800 × 460 m). Mișcarea vibratorie, realizată de un cilindru cu piston acționat cu aer comprimat, este transmisă prin intermediul cîrli-

gului la forma care se dezbate (fig. V. 5). Are productivitatea 20—30 forme/h, greutatea instalației 200—300 kg, consumul de aer 4 m³/min și presiunea aerului 6 at.

poziția, prelucrările prin deformare plastică și tratamentele termice. Ca urmare, inducția magnetică ($B_r$) a acestor tipuri de aliaje prezintă valori cuprinse între 5 000 și 12 000 Gs.

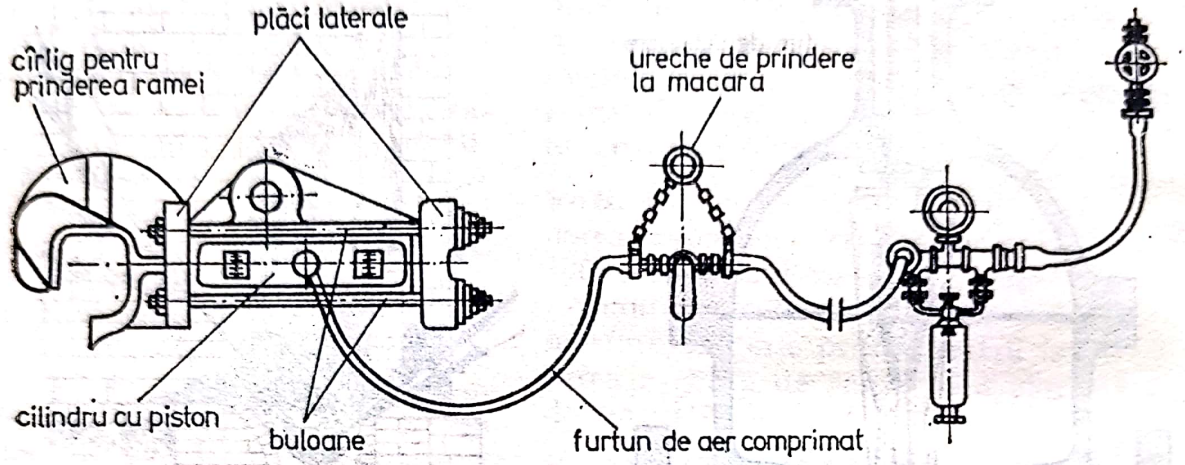



**Fig. V. 5.**

**VICALLOY,** aliaj de cobalt, vanadiu și fier, utilizat ca material magnetic dur la fabricarea magneților permanenți. Conține 52—53% Co, 9,0—14,0% V și rest % Fe. Aliajul poate fi laminat și trefilat la dimensiuni de fracțiuni de milimetru. Se poate ștanța și aschia fără fisuri și rupturi, rezistă bine la uzură prin abraziune și își menține proprietățile magnetice pînă la 315°C. Proprietățile magnetice variază în funcție de com-

**VINIDUR,** material plastic obținut din clorura de polivinil, utilizat în modelării pentru executarea părților care reprezintă suprafețe active ale modelului sau cutiei de miez. În tabelul 28 sînt prevăzute caracteristicile fizico-mecanice ale **V.**

**VITALIUM,** aliaj refractar pe bază de cobalt, crom, molibden, nichel și fier. Conține: 62% Co, 27% Cr, 5% Mo, 3% Ni și 1% Fe. Rezistă

*Tabelul 28*

| Densitatea (kg/dm³) | Absorbția de apă după imersie (în apă) 24 h la 20°C (%) | Coeficientul de dilatare liniară (1/°C) | Duritatea Brinell *HB* | Căldura masică kcal/kg°C |
|---|---|---|---|---|
| 1,38—1,40 | 0,1—0,6 | $8 \cdot 10^{-5}$ | 14—15 | 0,24—0,26 |
| **Rezistența la compresiune (daN/cm²)** | **Alungire la rupere (%)** | **Rezistența la încovoiere (daN/cm²)** | **Rezistența la șoc daN/cm²** | **Rezistența la tracțiune daN/cm²** |
| 700—800 | 7—40 | 1000—1100 | 100—400 | 500—700 |

în medii oxidante și reducătoare pînă la 1200°C. Prezintă caracteristici superioare la temperaturi ridicate (la 800°C are rezistența de rupere la tracțiune 44 daN/mm² și alungirea 16%). Se utilizează la confecționarea pieselor care trebuie să reziste la temperaturi ridicate și să suporte șocuri termice (de ex.: piese pentru motoarele avioanelor cu reacție).

**VÎSCOZIMETRU HERTY,** aparat confecționat din fontă sau oțel pentru determinarea viscozității zgurelor prin măsurarea lungimii parcurse de zgură într-un canal orizontal cu diametru de 6,4 mm (fig. V. 6). Proba de zgură, luată cu lingura din cuptor, se toarnă în pîlnia vîscozimetrului. La luarea probei de zgură se măsoară temperatura. Prin etalonarea **V. H.** cu vîscozimetru de laborator, lungimea $l$, parcursă de zgură în interiorul canalului orizontal exprimă viscozitatea (în poise).

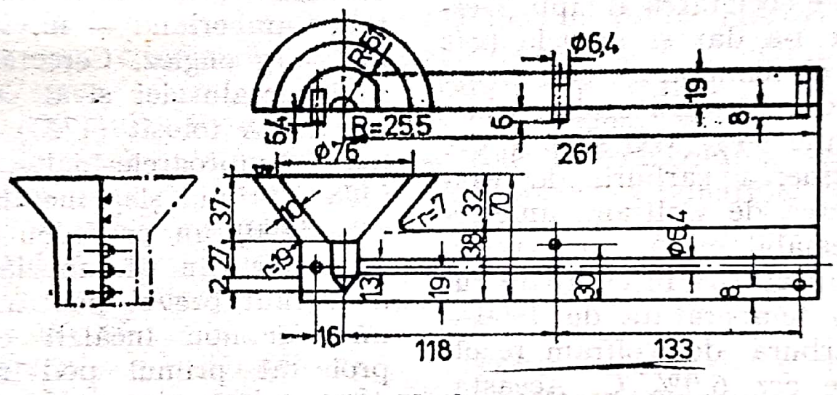



Fig. V. 6.

**VOPSEA DE TURNĂTORIE,** emulsie (suspensie) constituită în principal dintr-o substanță de protecție (grafit negru sau argintiu, talc, făină de cuarț, de șamotă, ș.a. în proporție de 20—90%) și dintr-un lichid (de obicei, apă) în care se introduce un liant (bentonită, melasă, leșie sulfitică, dextrină, silicat de sodiu ș.a.) cu adaosuri (ciclohexan, stearat de aluminiu etc.), care să rețină după uscare particulele de material de protecție. În producție se folosesc foarte multe compoziții de **V. de T.** ce conțin în diferite proporții componenții menționați. Se aplică pe suprafețele formelor și miezurilor ce urmează a fi utilizate în stare uscată pentru a realiza un strat refractar la suprafața de contact cu aliajul lichid.

# W, Y

**WIDIA,** aliaj dur pe bază de carbură de wolfram, WC, și cobalt, realizat prin tehnologia specifică metalurgiei pulberilor (presare-sinterizare). A fost fabricat pentru prima dată în anul 1926 de către societatea Krupp (Germania) care i-a dat și numele (*wie Diamant* = ca diamantul), sub formă de plăcuțe dure pentru scule aschietoare. Conține 94% WC și 6% Co. Pentru obținerea carburii de wolfram, pulberea de wolfram, amestecată în prealabil cu 5—10% negru de fum, se încălzește în cuptoare tubulare la o temperatură de 1400—1600°C. Carbura de wolfram rezultată conține cca 6,0% C. Aceasta, împreună cu cantitatea necesară de cobalt se macină în mori cu bile și se presează în matrițe de oțel sub formă de plăcuțe care se supun sinterizării. La început se face o presinterizare (sinterizare preliminară) la 900—1150°C în atmosferă de hidrogen. După răcire, materialul se prelucrează la diferite forme și dimensiuni fiind apoi supus sinterizării la cca 1400°C. Durata de sinterizare se alege în funcție de grosimea piesei și de mărimea grăunților care trebuie obținuți. O durată de sinterizare mai mare duce la creșterea dimensiunii grăunților. Plăcuțele **W.** cu granulație mai mare sînt folosite la prelucrarea fontelor cu o duritate $HB = 200$. Dintr-un astfel de aliaj se mai pot confecționa diferite piese rezistente la uzură ca: instrumente de măsură, filiere, vîrfuri de centrare la strunguri etc. Plăcuțele **W.** cu granulație fină se utilizează la prelucrarea fontelor cu duritate $HB \geqslant 200$, a fontelor maleabile, la prelucrarea sticlei etc.

**WILKINSON, JOHN** (n. 1728, Clifton, Cumberland — m. 14 iul. 1808), metalurg englez. Cercetări în domeniul metalurgiei și al construcțiilor navale. A folosit (1757) aer comprimat în cuptoarele înalte. A construit (1787) primul șlep metalic, a patentat (1790) un procedeu de obținere a țevilor din plumb, iar, în 1794, a obținut brevet pentru construcția unui cubilou încălzit cu cocs. A proiectat primul pod metalic din Anglia.

**WOLFRAM,** W, element metalic din grupa a VI-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 74, masa atomică 183,85, valența II, III, IV, V și VI. A fost descoperit (1781) de C. W. Scheele în impuritățile care se formau la suprafața topiturilor de staniu denumindu-l *Wolfrahm* = spuma lupului. Se găsește răspîndit în natură numai sub formă de wolframați. Are culoarea alb-argintie și cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat; nu mai prezintă alte forme alotropice. Este metalul cu cel mai ridicat p.t. 3380°C avînd în același timp și o densitate mare, de 19,32 kg/dm³; p.f. 5930°C, căldura masică (la 20°C) 134 J/kg·K, conductivitatea termică (la 20°C) $2{,}009 \cdot 10^{-2}$ W/m·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,055 $\Omega \cdot mm^2/m$. Maleabil și ductibil, în stare pură

Scanned with OKEN Scanner

este extrem de rezistent. Rezistența de rupere la tracțiune a unei sîrme de **W.** poate ajunge la 400 daN/mm², rezistență care se menține și la temperaturi mai mari (cca 770°C). În stare compactă este foarte maleabil și ductil. Din punct de vedere chimic este stabil la temperatură obișnuită față de aer, apă și halogeni, cu excepția fluorului. Prin încălzire reacționează cu oxigenul, halogenii, sulful etc. Atît la cald cît și la rece reacționează cu azotul iar cu carbonul se combină formînd o serie de carburi de wolfram ($W_2C$, WC și $W_3C_2$) care au o duritate asemănătoare cu a diamantului. În stare pură se poate prezenta sub formă de pulbere metalică sau compactă (obținută prin presarea și încălzirea la 1300—1400°C a pulberii de **W.**). Industrial se livrează sub formă de sîrmă, tablă sau piese cu dimensiuni foarte precise pentru construcția de mașini. Punctul de topire ridicat și posibilitatea de a se trage în fire subțiri fac ca **W.** să fie utilizat la fabricarea filamentelor în lămpile cu incandescență. Mai este utilizat și ca material de protecție contra radiațiilor $\gamma$ în construcția reactoarelor atomice. Peste 90% din cantitatea de **W.** extras se obține sub formă de ferowolfram pentru elaborarea oțelurilor speciale (oțeluri rapide, oțeluri rezistente la oboseală la temperatură de pînă la 550°C etc.). Pulberea de carbură de wolfram se folosește la confecționarea unor scule speciale (de așchiere, șlefuire) și a dinților pentru mașinile de perforat roci dure. Sin. *tungsten.*

*METALURGIA WOLFRAMULUI* cuprinde operațiile tehnologice de obținere și prelucrare a acestuia. S-a dezvoltat începînd din sec. XIX. Ca materii prime se folosesc în special wolframitul și scheelitul. Înainte de introducerea în procesul de extracție, concentratele de wolfram se supun unei operații de sfărîmare, în mori cu bile, pentru a prezenta o granulație de 0,08 mm. În prima etapă se urmărește obținerea wolframatului de sodiu prin tratarea wolframitului cu carbonat de sodiu, la 850—900°C într-un cuptor rotativ, conform reacțiilor:

$$2FeWO_4 + 2Na_2CO_3 + 0{,}5O_2 = 2Na_2WO_4 + Fe_2O_3 + 2CO_2$$

$$3MnWO_4 + 3Na_2CO_3 + 0{,}5O_2 = 3Na_2WO_4 + Mn_3O_4 + 3CO_2$$

Wolframatul de sodiu mai poate fi obținut și prin descompunere cu o soluție de hidroxid de sodiu. În urma reacției precipită hidroxizii de fier și mangan care se elimină prin filtrare; soluția rămasă este formată din wolframat de sodiu. În cazul scheelitului descompunerea se face cu ajutorul carbonatului de sodiu și silice sau numai prin tratare cu carbonat de sodiu, wolframatul de sodiu obținut urmînd a fi transformat în acid wolframic cu ajutorul acidului clorhidric. În etapa următoare se obține acidul wolframic, sub formă de precipitat, fie direct cu ajutorul acidului clorhidric, fie prin intermediul wolframatului de calciu. Varianta a doua este cea mai utilizată, operațiile desfășurîndu-se conform reacțiilor:

$$Na_2WO_4 + CaCl_2 = CaWO_4 + 2ClNa$$

$$CaWO_4 + 2HCl = H_2WO_4 + Cl_2Ca$$

Acidul wolframic sub formă de precipitat se separă ușor prin filtrare, după care se purifică cu ajutorul amoniacului. Operația următoare constă în calcinarea acidului wolframic, la 500°C, pentru formarea trioxidului de wolfram, $WO_3$, care se supune reducerii cu hidrogen pentru obținerea wolframului metalic. Reducerea

Scanned with OKEN Scanner

are loc într-un cuptor tubular, în lungul căruia temperatura variază între 480 și 920°C. Avînd o temperatură ridicată de topire, wolframul rezultat se prezintă sub formă de pulbere. Aceasta se comprimă sub formă de bare și se sinterizează la 1000—1200°C, într-un curent de hidrogen. Urmează apoi a doua sinterizare, tot în atmosfera de hidrogen, la 3000°—3200°C, cu ajutorul curentului electric. Barele de wolfram astfel obținute pot fi supuse prelucrărilor prin deformare plastică (forjare, laminare, trefilare).

**WOLFRAMIT,** (Mn, Fe)$WO_4$, wolframat de mangan și fier, cristalizat în sistemul monoclinic. Are duritatea 5—5,5 (scara Mohs) și densitatea 7,2—7,5 kg/dm³. Prezintă culoarea gri-închis sau brun-neagră, brun-roșie, brun-deschis. Din familia **W.** fac parte și alte două minerale, denumite *hübnerit* ($MnWO_4$) și *ferberit* ($FeWO_4$). Compoziția chimică a **W.** corespunde unui amestec de ferberit și hübnerit în care proporțiile relative de fier și mangan variază astfel:

| FeO:MnO | $WO_3$ | FeO | MnO | |
|---|---|---|---|---|
| 1:0 | 76,3 | 23,7 | — | Ferberit |
| 5:1 | 76,4 | 19,7 | 3,9 | |
| 4:1 | 76,4 | 18,9 | 4,7 | |
| 1:1 | 76,4 | 11,9 | 11,7 | Wolframit |
| 2:3 | 76,5 | 9,5 | 14,0 | |
| 0:1 | 76,6 | — | 23,4 | Hübnerit |

Există varietăți care au în compoziția lor sub formă de impurități MgO (pînă la 0,5%), CaO, $Ta_2O_5$, $Nb_2O_5$, $SnO_2$, pămînturi rare, $SiO_2$ etc. În țara noastră se întîlnește la Oravița-Ciclova Română, Baia Sprie și în regiunea Lăpușului la Băiuț (varietatea hübnerit). Pe glob se găsește în: U.R.S.S., R.S.C., Franța, Spania, Anglia, Peru, China, Birmania, S.U.A. etc. Se întrebuințează la elaborarea ferowolframului, constituind în același timp cea mai importantă sursă pentru extragerea wolframului.

**WOOD** (pron. *uud*), aliaj ușor fuzibil, pe bază de bismut, plumb, staniu și cadmiu. Conține: 50% Bi, 25% Pb, 12,5% Sn, 12,5% Cd. Intervalul său de solidificare este cuprins între 70 și 72°C. Prezintă o rezistență mecanică scăzută. Se utilizează la confecționarea modelelor ușor fuzibile pentru turnătorie, la fabricarea unor dispozitive de alarmă contra incendiilor etc.

**WULFENIT,** $PbMoO_4$, molibdat de plumb, cristalizat în sistemul tetragonal-piramidal. Are duritatea 2,75—3,0 (scara Mohs) și densitatea 6,7—7 kg/dm³. Este incolor sau colorat în: galben de ceară sau galben oranj, gri-oliv, brun, oranj, roșu, alb. Conține 39,3% $MoO_3$ și 60,7% PbO. Uneori analizele mai pun în evidență CaO, CuO, MgO, $WO_3$, mai rar $Cr_2O_3$ și $V_2O_5$. În țara noastră se întîlnește la Șinca Nouă (Făgăraș), Sasca Montană, Rușchița, Băița (jud. Bihor), Deva. În lume, se găsește în Austria, R.S.C., U.R.S.S., R. D. Germană, R. S. F. Iugoslavia, R. F. Germania, Maroc, Australia, S.U.A. etc. Se folosește ca minereu de molibden.

**WURTZIT,** ZnS, varietate mineralogică a sulfurii de zinc cristalizată în sistemul hexagonal. Are duritatea 3,5—4 (scara Mohs), densitatea 4—4,3 kg/dm³ și prezintă culoarea galben-portocalie, brună, neagră. În țară se găsește la Baia Sprie, întovărășind zăcămintele de blendă. Se mai găsește în R.S.C., U.R.S.S., Bolivia și S.U.A.

**WÜSTIT,** FeO, oxid feros, cristalizat în sistemul cubic, cu o compoziție chimică variabilă; conținutul de oxigen variază între 22,9% și 25,6% datorită faptului că în rețeaua cristalină sînt dizolvate anumite cantități de $Fe_3O_4$, ceea ce duce la îmbo-

Scanned with OKEN Scanner

gătirea sa în oxigen. Este instabil la temperaturi mai mici de 570°C. A fost semnalat în condițiile unei puternice reduceri a goethitului ($Fe_2O_3-H_2O$) provenit din exalații vulcanice la temperaturi înalte, în R. F. Germania la Württenburg.

**YTRIU,** Y, element metalic din grupa a III-a secundară, cu numărul atomic 39, masa atomică 88,905, valența III. A fost descoperit (1794) de J. Gadolin, și separat (1843) de C. G. Mosander. Se găsește în natură în cantități foarte mici în minereurile care conțin lantanoide. Cristalizează în sistemul hexagonal compact, fără a mai avea și alte forme alotropice. Are culoarea alb-cenușie și densitatea 4,8 kg/dm³, p.t. 1490°C și p.f. 2500°C. Se utilizează la elaborarea unor aliaje.

Scanned with OKEN Scanner

# Z

**ZAMAK,** aliaj ușor fuzibil pe bază de zinc, aluminiu și cupru. Conține: 4% Al, 1,0—2,7% Cu, 0,03% Mg și rest % Zn. În funcție de compoziția chimică, principalele caracteristici mecanice variază în următoarele limite: rezistența de rupere la tracțiune 24—33 daN/mm², alungirea 1—4% și duritatea $HB = 95—100$. Intervalul de solidificare este cuprins între 340 și 380°C. Se utilizează pentru executarea de piese mici prin turnare sub presiune, cum sînt: capace de ceasornice, aparate de ras, piese pentru mașini de scris etc.

**ZEȚAJ,** operație de îmbogățire a minereurilor sau cărbunilor, prin separarea granulelor minerale pe un ciur în ordinea greutăților lor specifice, cu ajutorul unui curent de apă vertical cu mișcare alternativă ascendentă și descendentă. Granulația materialului supus **Z.** este cuprinsă în limite destul de largi; pentru cărbuni ea este cuprinsă între 100 și 0,5 mm, iar pentru minereuri cu densitate mare variază între 50 și 0,25 mm. Operația este mai eficientă în cazul materialelor cu granulație mai mică; de asemenea este necesar ca granulele minerale ce alcătuiesc acest material să fie destul de apropiate ca dimensiuni, cu atît mai apropiate cu cît diferența densităților lor este mai mică. Pentru aceasta înaintea **Z.** materialul se supune la o clasare volumetrică (ciuruire) mai strînsă sau mai puțin strînsă, după cum diferența între densitățile mineralelor este mai mică sau mai mare. Alegerea scării sitelor cu ajutorul cărora se face clasarea materialului înainte de **Z.** se face cu ajutorul formulei:

$$q' = \frac{\delta' - 1}{\delta - 1}\sqrt{\frac{\delta' - 1}{2(\delta - 1)}},$$

în care $\delta'$ și $\delta$ reprezintă densitățile mineralului mai greu și, respectiv, a mineralului mai ușor, iar $q'$ este coeficientul scării sitelor. Dacă materialul ce urmează să fie supus **Z.** este format din mai mult de două tipuri de minerale atunci se va alege dintre valorile $q'$ calculate pentru fiecare pereche de minerale în parte valoarea cea mai mică, care va determina coeficientul scării sitelor cu ajutorul cărora se face ciuruirea. Ținînd seama de faptul că rezultatele operației depind în bună măsură și de viteza curentului de apă și de construcția mașinii de zețaj, coeficientul scării sitelor cu ajutorul cărora se face ciuruirea se poate lua în practică mai mare decît cel găsit în calcul. Uneori sînt supuse **Z.** particule simptotice de material, caz în care operația este mai dificilă; pentru a avea loc este necesar ca între densitățile materialelor să fie satisfăcută inegalitatea: $\frac{\delta' - 1}{2(\delta - 1)} > 1$. **Z.** se efectuează în mașini speciale denumite mașini de zețaj.

Scanned with OKEN Scanner

**mașina de zețaj cu ciur fix** realizează operația de zețaj în curent de apă alternativ. Este alcătuită din mai multe celule de zețaj (2—5) fiecare celulă avînd două compartimente care comunică între ele pe la partea inferioară. Într-unul din compartimente este fixat un ciur pe care va fi așezat materialul care urmează să fie separat, iar în cel de-al doilea compartiment se găsește un piston care se poate mișca în sus și în jos. Ciurul unei celule este cu 25—75 mm mai jos decît al celei precedente. Separarea are loc în modul următor: la mișcarea pistonului în jos se exercită o presiune asupra apei care la rîndul ei trece prin ochiurile ciurului ridică particulele de material în sus și anume, pe cele mai ușoare mai mult, iar pe cele grele mai puțin. La cursa înapoi a pistonului, particulele ușoare vor cădea mai încet, iar particulele mai grele mai repede. După un număr mare de schimbări ale sensului de mișcare a apei, particulele cu densități diferite se vor stratifica. Pentru zețajul materialului mărunt se așterne pe ciur un pat filtrant format din materiale granulate cu dimensiuni mai mari decît ochiurile ciurului. Pentru ca acesta să se mențină ca strat intermediar între materialul supus zețajului și ciur trebuie să aibă viteza limită de cădere mai mare decît a particulelor de material.

**mașina de zețaj cu ciur mobil** folosește pentru efectuarea operației de zețaj un sistem de site mobile. Este formată dintr-o cutie de metal sau lemn, plină cu apă în care se mișcă o ramă acționată prin intermediul unei pîrghii. Rama susține mai multe ciururi, fixate unul după altul. Alimentarea cu material se face la un capăt al mașinii cu ajutorul unei pîlnii. Rama este scufundată repede în apă pînă la o anumită adîncime și apoi este ridicată încet. Numărul mișcărilor de scufundare este de 60—100/min. Materialul ușor trece peste un prag, de pe un ciur pe ciurul următor, iar evacuarea materialului greu de pe fiecare ciur al ramei se face printr-o deschidere așezată la marginea ei, la sfîrșitul ciurului. După ce iese prin deschiderile de la sfîrșitul ciururilor, materialul colectat în niște încăperi de la fundul cutiei este scos cu ajutorul unor dispozitive speciale.

**mașină de zețaj pneumatică** folosește pentru efectuarea operației de zețaj un curent ascendent de aer. Constă dintr-o cutie specială în care se află așezat un ciur dispus înclinat, sub care se suflă un curent pulsatoriu de aer cu ajutorul unui ventilator. Materialul cu granulație mai mică de 50 mm așezat pe ciur se separă în două straturi: deasupra se depune materialul cu greutatea specifică mai mică, iar dedesubt materialul cu greutatea specifică mai mare.

**ZGÎRIETURĂ,** defect la produsele laminate sau trase la rece, generat de scule defectuoase sau uzate, de manipulări necorespunzătoare, de solicitări nedorite și încălziri necorespunzătoare anterioare prelucrării. Sin. *riz (zgîrietură fină).*

**ZGURĂ,** produs nemetalic secundar, rezultat din procesele metalurgice de extracție și de elaborare a metalelor și aliajelor, caracterizat printr-o anumită compoziție chimico-mineralogică. Se obține în urma topirii compușilor chimici (în special, a oxizilor) din sterilul minereurilor, cenușa combustibililor, fondanți și baia metalică. Are rolul de a favoriza desfășurarea cît mai completă a principalului proces fizico-chimic caracteristic unei operații metalurgice (elaborarea fontei în furnal, elaborarea metalelor neferoase, elaborarea oțelurilor în convertizor sau cuptor electric etc.). Pe lîngă aceasta, **Z.** trebuie să favorizeze îndepărtarea și captarea elementelor

Scanned with OKEN Scanner

dăunătoare calității metalului sau aliajului produs și să regleze transmisia căldurii spre baia metalică sau invers. Pentru a corespunde numeroaselor cerințe, **Z.** trebuie să aibă anumite proprietăți fizico-chimice (viscozitate, conductibilitate termică și electrică, tensiune superficială etc.), care depind, în primul rînd de compoziția ei chimică. Pot purta numele agregatului în care se elaborează aliajul: *zgură de furnal, zgură Siemens-Martin, zgură de convertizor* (în furnal, în cuptor Siemens-Martin sau în convertizor). **Z.** formată în prima parte a procesului de elaborare a metalelor sau aliajelor se numește *zgură primară*. În mod obișnuit denumirea se referă la zgura rezultată în timpul fazei de topire a materiilor prime după un anumit procedeu de elaborare. La furnal zgura primară se formează în pîntecele furnalului și este constituită din sterilul minereului, o parte din fondanți, oxid de mangan rezultat din reacțiile de reducere indirectă și oxid de fier, care nu s-a redus pînă la fier metalic pe cale indirectă (cca 40—50%). Această zgură sub formă de picături, se scurge printre bucățile de cocs spre creuzet, împreună cu picăturile de fontă formate în pîntece. **Z.** formată la sfîrșitul procesului de elaborarea unui metal sau aliaj, corespunzătoare din punct de vedere fiziço-chimic, astfel încît să permită evacuarea acestora din cuptorul de elaborare în vederea turnării se numește *zgură finală*. În mod obișnuit prin zgură finală este denumită zgura obținută în ultima perioadă a unui procedeu de elaborare. Zgura finală (la furnal) se formează în creuzetul furnalului și se caracterizează prin conținuturi mari de $SiO_2$, $Al_2O_3$ și CaO, care împreună însumează 85—90% și prin conținut foarte mic de FeO (0,8—1,5%). Culoarea sa obișnuită este albă-albăstruie sau slab verzuie. Poate avea caracter bazic sau acid. Numele poate fi generat și de caracterul ei, ca: **zgură acidă** (**Z.** bogată în oxizi cu caracter acid cu indice de bazicitate $<1,3$); **zgură bazică** (bogată în oxizi și indice de bazicitate mai mare de 1,3), sau **zgură carbidică** (puternic bazică—indice de bazicitate $>2$), cu 1—3% $CaC_2$ (carbid), rezultată în procesul de elaborare a unor oțeluri în cuptoare electrice cu arc. O variantă a zgurii carbidice cu 0,5—1% $CaC_2$ este **zgura albă;** aceasta în contact cu aerul atmosferic se transformă în praf alb sau slab cenușiu, gălbui-verde, în funcție de conținutul de oxizi. Zgura formată pe vatra cuptoarelor de încălzire a lingourilor se numește **zgură sudată.** Are un conținut ridicat de Fe (cca 50—60%) și se utilizează ca adaos metalic la elaborarea fontei și a oțelului. În metalurgia neferoasă, este cunoscută **zgura doré,** sodică, bogată în seleniu (10—12% Se), și telur (10—20% Te) rezultată la topirea nămolurilor rezultate la rafinarea electrolitică a cuprului, care este utilizată la extragerea seleniului și telurului. Prelucrarea **Z.** în vederea diferitelor utilizări (ciment, fondanți, betoane ușoare, izolații termice sau acustice etc.) se face prin granulare sau expandare. *Granularea zgurei* se realizează prin răcirea bruscă a acesteia cu apă în urma căreia se obține un material solid, fin (de granulația nisipului), denumit **zgură granulată.** Practic această operație se realizează în două moduri: prin turnarea zgurei din oală într-un bazin umplut cu apă sau prin introducerea unor jeturi de apă pe jgheaburile de scurgere a zgurei de la furnal. Zgura granulată, conținînd multă apă (cca 30%), este bine ca înainte de a fi expediată să fie trecută prin silozuri de egutare. *Expandarea zgurei* se realizează prin răcirea mai lentă a acesteia cu vapori de apă care străbat masa de zgură în curs de solidificare. Produsul solid, foarte poros, obținut se numește **zgură expandată.**

Scanned with OKEN Scanner

**ZGURIFICARE,** operație pe baza căreia un material, mai multe materiale sau anumite părți componente ale acestora sînt transformate în zgură cu ajutorul căldurii. Temperatura de trecere a materialului sub formă de zgură, numită și *temperatură de zgurificare*, depinde de compoziția chimică a materialelor respective și, în special, de temperatura de topire a compușilor chimici care rezultă în urma acestui proces.

**ZINC,** Zn, element metalic din grupa a II-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 30, masa atomică 65,37, valența II. Pe baza probelor existente s-a crezut că **Z.** era cunoscut și utilizat încă din antichitate; cercetări efectuate însă în această direcție au dus la concluzia că **Z.,** ca element metalic, este de dată mai recentă, prezența sa în anumite obiecte metalice descoperite fiind cu totul întîmplătoare. A fost obținut în stare pură de A. S. Marggraf (1746). Este puțin răspîndit în natură și numai sub formă de combinații chimice în minereuri (blendă, zincit, smithsonit). Metal de culoare alb-albăstruie, al cărui luciu metalic dispare repede în aer (se acoperă cu un strat de oxid protector), cristalizează în sistemul hexagonal compact și nu prezintă alte forme alotropice. Este un metal greu, cu densitatea 7,14 kg/dm$^3$, p.t. 419,5°C, p.f. 906°C, căldura masică (la 20°C) 376 J/kg · K și rezistivitatea electrică (la 20°C) de 0,06 $\Omega \cdot mm^2/m$. În stare turnată prezintă proprietăți mecanice scăzute, proprietăți care se îmbunătățesc foarte mult după laminare (rezistența de rupere la tracțiune crește de la 2—7 daN/mm$^2$ (după turnare) la 10—15 daN/mm$^2$ (după laminare), iar alungirea de la 0,3—0,5% (în stare turnată) la 40—50% (după deformare). Poate fi considerat un material moale și puțin fragil, duritatea (în stare turnată) $HB = 30—40$ și reziliența 0,6—0,7 dNm/cm$^2$. Reacționează ușor cu o serie de acizi diluați (acid clorhidric, acid sulfuric) cu degajare de hidrogen și formare de săruri și eliberează hidrogenul din soluțiile hidroxizilor alcalini. **Z.** metalic este utilizat pe scară largă în industrie, în special la acoperiri de protecție a produselor laminate din oțel. Pentru industria electrotehnică (sau ca elemente galvanice) **Z.** se livrează sub formă de tablă și benzi cu puritatea de 99,99% Zn. Pentru obținerea diverselor produse laminate sau pentru elaborarea alamelor, se utilizează **Z.** cu puritate de 98,5%. Prezintă o bună capacitate de deformare plastică la 150°C, care scade brusc atunci cînd conținutul de staniu, sub formă de impurități, depășește 0,002%.

*METALURGIA ZINCULUI* cuprinde operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea în semifabricate a zincului. Ca materie primă se folosește concentrat de zinc sau subproduse rezultate din acesta. În minereuri, zincul se găsește în proporții relativ mici (6—9%) și de aceea se concentrează, prin flotație, pînă la 50—60% Zn. În țara noastră, zincul se găsește sub formă de blendă. Metalurgia extractivă a zincului este bazată pe procedee piro- și hidrometalurgice.

*Pirometalurgia zincului* se bazează pe obținerea zincului prin reducere cu C din ZnO. Prima etapă constă în transformarea ZnS în ZnO pe baza reacției $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$ prin prăjire. Operația are loc în cuptoare polietajate, cu mijloace mecanice tip greblă de amestecare a concentratului, sau în cuptoare cu strat fluidizat, căldura necesară fiind asigurată de reacția de oxidare. A doua etapă constă în operația de aglomerare a particulelor prăfoase de oxid în granule poroase, necesară pentru ușurarea procesului ulterior de redu-

Scanned with OKEN Scanner

cere. Concentratul prăjit amestecat cu concentrat neprăjit, cocs și fondanți se așază în strat de 20—30 cm pe mese, grătare inelare rotative (tip Dwight-Lloyd) sau bandă (Dwight-Lloyd Schlippenbach), în mișcare cu viteză mică. Aglomerarea are loc datorită apariției unor compuși cu temperatură joasă de topire ca urmare a unor reacții generate de prezența sulfului și a oxigenului din aer. Sulful este introdus odată cu concentratul crud în încărcătura de aglomerat, iar aerul sub presiune joasă este aspirat prin intermediul unei instalații de aspirat prin stratul ce trebuie aglomerat. Procesul de aglomerare este amorsat imediat după depunerea încărcăturii pe masă sau bandă prin trecerea pe sub o instalație cu arzătoare de gaz (asigură $T \simeq 1200°C$) și continuă în măsură din ce în ce mai mică pînă la capătul mesei sau benzii, cînd se descarcă la temperaturi relativ joase. În timpul aglomerării are loc și un proces de desulfurare (de la 4—6% la ~ 1% S). A treia etapă cuprinde procesul de reducere a ZnO din aglomerat cu carbon (cocs sau antracit), conform reacției $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$ (sau $CO_2$) prin procesul tehnologic de reducere. Încărcătura constă din aglomerat, cocs mărunt și fondant. În țara noastră procesul de reducere se realizează din 1940 în cuptoare cu retorte orizontale puțin înclinate în sus așezate pe ambele laturi ale cuptorului (în general max. 1000 creuzete pe cuptor tip Birkengang) (fig. Z. 1). Încărcătura se introduce în creuzete de material ceramic refractar încălzite la exterior cu combustibil gazos, care asigură

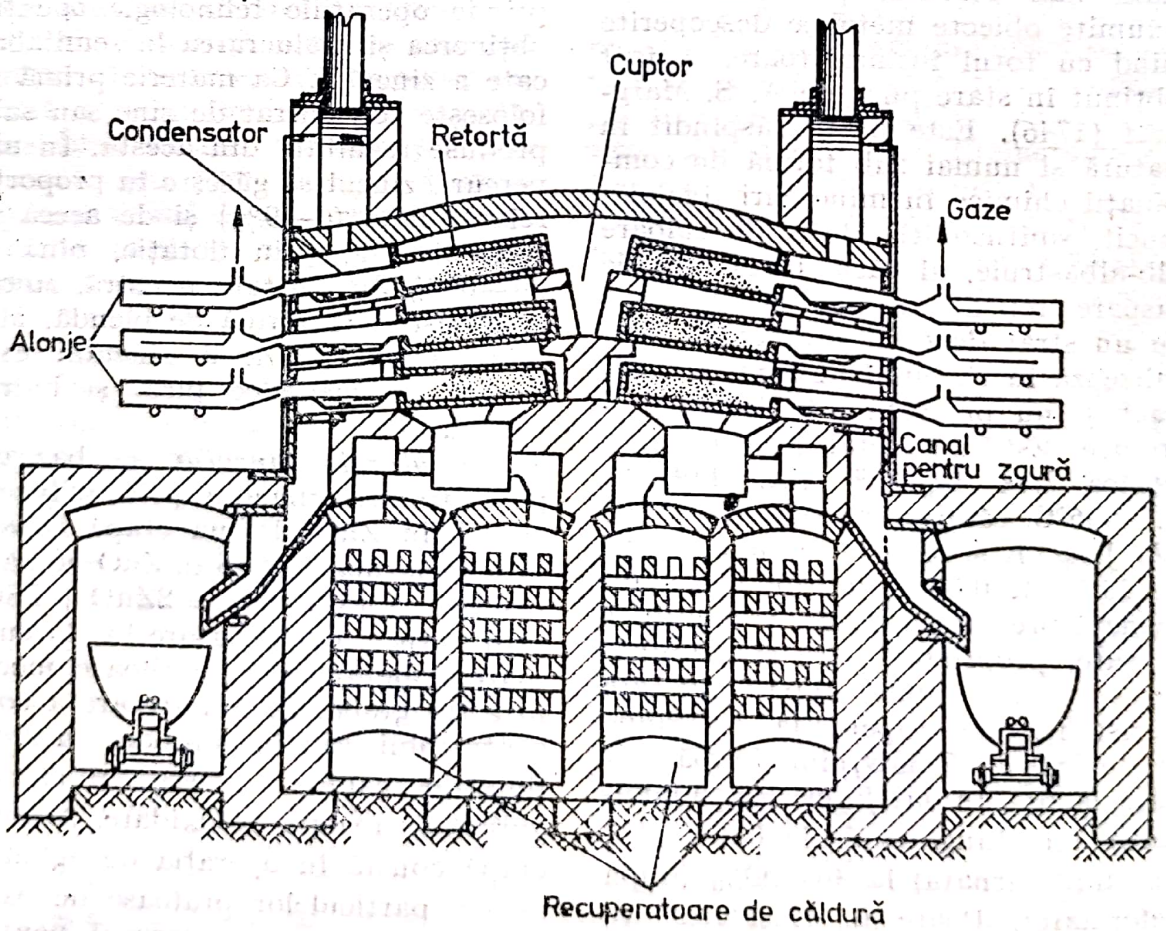



**Fig. Z. 1.**

1200—1300°C. Vaporii de zinc rezultați prin reducere împreună cu gaze reducătoare (CO), care împiedică oxidarea lor, sînt colectați și condensați în retorte (capacitate ~ 70 kg). Vaporii necondensați (cantitate mică) trec în alonje, unde datorită excesului de aer condensează ca ZnO. O variantă îmbunătățită a acestui tip de cuptor este cunoscută sub numele de *Dor Delatre*. Aceasta realizează o mai bună gospodărire a căldurii prin dirijarea gazelor de ardere formate nu de jos în sus și evacuate prin coș ci de sus în jos în prima jumătate a cuptorului și de jos în sus în a doua jumătate, în continuare o parte din energia lor fiind recuperată în regenerator. O altă variantă, *procedeul Overpeltz* (poartă numele unei întreprinderi din Belgia unde s-a aplicat prima dată) este caracterizat prin prezența unei singure retorte de condensare a zincului ce simplifică construcția cuptorului și permite obținerea unor indicatori tehnico-economici superiori. În ultimult timp în țara noastră se aplică *procedeul Morgan* (fig. Z. 2), pentru reducerea și distilarea zincului în cuptoare verticale cu cuvă, aplicat prima dată în cadrul societății „Imperial Smelting Corporation Ltd" (Marea Britanie) cunoscut și sub denumirea de procedeul I.S.P. (Imperial Smelting Process). În prezent acesta constituie unul din cele mai perfecționate procedee pentru reducerea și distilarea zincului. În cuptorul vertical cu cuvă, încărcătura (aglomerat autofondant de zinc și cocs) este încărcată cu bena, prin intermediul unui dispozitiv cu clopot. La partea inferioară se află creuzetul în care se colectează topitura de plumb și zgură și de unde se evacuează într-un antecreuzet. Deasupra creuzetului, printr-o conductă inelară se suflă aer preîncălzit. În zona de suflare a aerului pereții cuptorului sînt confecționați din elemente metalice răcite cu apă. Vaporii de zinc și gazele rezultate sînt evacuate din cuptor, pe la partea superioară, la temperatura de cca 1000°C, de unde trec în două condensatoare pentru captarea zincului și a unei părți de plumb volatilizat în baia de plumb agitat mecanic (avînd în vedere solubilitatea reciprocă totală a Zn în Pb). În continuare gazele se desprăfuiesc în scrubere și dezintegratoare Theissen, fiind utilizate drept combustibil pentru preîncălzirea aerului. După separarea prin decantare de plumb, zincul brut are o puritate de cca 98% Zn. Procedeul I.S.P. prezintă numeroase avantaje dintre care se menționează

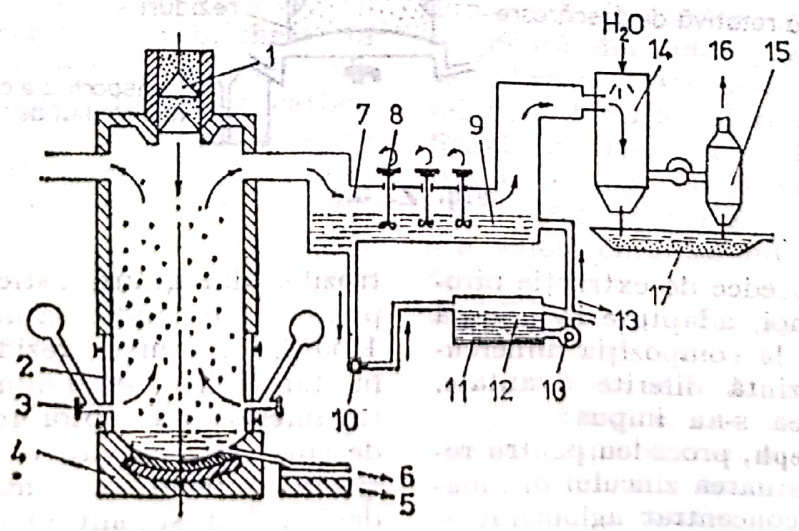



**Fig. Z. 2.**

posibilitatea de a prelucra concentrate complexe de plumb și zinc în același cuptor sau de a utiliza concentrate cu un conținut scăzut de zinc (20—30% Zn) și ridicat în fier, precum și producția și productivitatea pe cuptor mult mărite. Se cunosc

electric de formă cilindrică, evazată spre partea superioară (fig. Z. 3). Materia primă și cocsul sînt încălzite în prealabil la 750°C într-un cuptor rotativ, folosind în acest scop gazele evacuate din cuptor. Regimul termic este asigurat cu ajutorul elec-

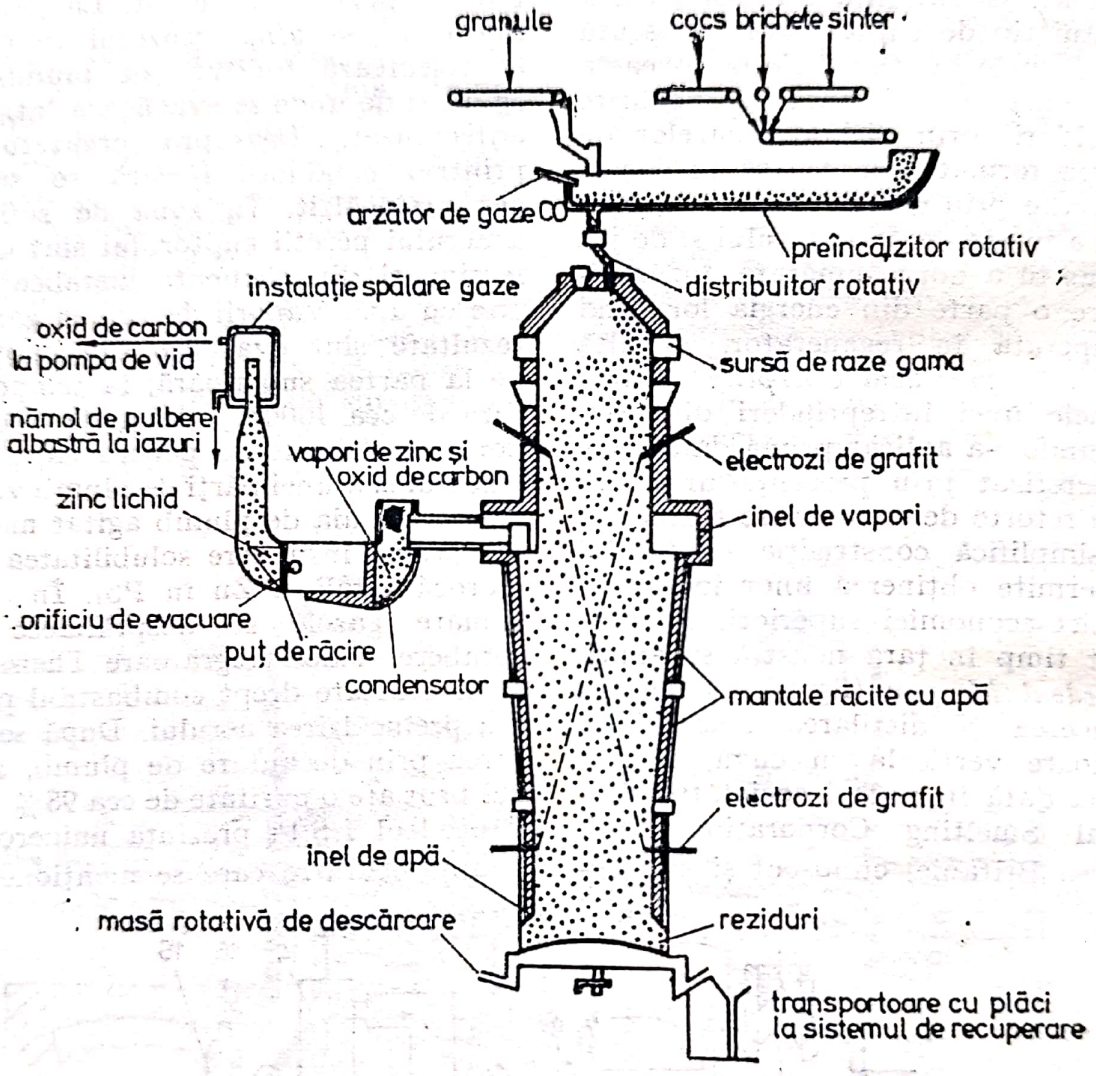



**Fig. Z. 3.**

o serie de procedee de extracție pirometalurgice noi, adaptate la energia disponibilă și la compoziția minereului care prezintă diferite avantaje. Dintre acestea s-au impus:

**procedeu Joseph,** procedeu pentru reducerea și distilarea zincului din materii prime (concentrat aglomerat + retur și deșeuri de zinc), în cuptor

trozilor din grafit, astfel încît temperatura din cuptor să nu depășească 1350°C. Ca urmare, reziduul rezultat, în stare solidă, se elimină pe la partea inferioară a cuptorului iar vaporii de zinc sînt colectați la partea superioară, într-un condensator. Procedeul a fost stabilit în cadrul societății „St. Joe Mineral Corp" S.U.A.

**procedeu Kvitset,** procedeu pentru reducerea și distilarea zincului din materii prime complexe (cupru, zinc, nichel, cobalt etc.) într-un cuptor electric cu electrozi. Acesta este prevăzut la partea superioară, cu un cuptor de topire ciclonată cu ajutorul căruia, concentratul sulfuros este introdus sub formă de topitură. Vaporii sulfuroși sînt evacuați printr-o conductă plasată la partea superioară a cuptorului electric. Pe vatra cuptorului se formează o baie, alcătuită din mată care conține 50% Cu și Zn și în care se concentrează și alte metale ca: Co, Ni etc. Deasupra matei se află un strat de zgură. Zincul volatilizat este captat într-un condensator. Procedeul a fost conceput în U.R.S.S. și prezintă avantajul valorificării zincului din minereuri complexe de cupru-zinc prin prelucrarea acestora într-un singur agregat, eliminîndu-se o serie de operații ca: prăjire, aglomerare etc.

**procedeu New-Jersey,** procedeu de extragere a zincului prin reducere și distilare din încărcătură formată în principal din concentrat prăjit, cărbune și liant (gudron sau smoală), în prealabil brichetată și cocsificată, introdusă în cuptoare cu creuzet vertical din cărămizi de carborund cu înălțime în zona utilă de cca 8,0 m. Creuzetul este încărcat continuu, pe la partea superioară cu brichete; în apropierea acestei zone se colectează și vapori de zinc cu oxid de carbon într-o retortă de condensare și în care se reține zincul lichid, oxidul de carbon fiind eliminat în atmosferă. Zgura zincoasă rezultată din acest proces se evacuează pe la baza retortei. Procedeul poartă numele orașului New Jersey (S.U.A.) unde s-a aplicat prima dată (în 1929).

**procedeu Spelter,** procedeu pentru reducerea și distilarea zincului din materii prime sărace în zinc (cca 20% Zn și cu 21% Fe, prin topire în cuptoare electrice. Materialele care formează încărcătura, împreună cu cocsul necesar reducerii, se preîncălzesc la 850—900°C într-un cuptor rotativ. Pentru încălzire se folosesc gazele evacuate din cuptorul electric, după ce în prealabil au trecut printr-un condensator pentru captarea zincului.

**procedeu Sterling,** procedeu pentru reducerea și distilarea zincului din materii prime (concentrat aglomerat + deșeuri de zinc) în cuptoare electrice cu electrozi. Ca agent reducător în încărcătură se introduce cocs. Materialele din încărcătură se preîncălzesc în prealabil într-un cuptor rotativ, la cca 900°C. Temperatura din cuptor depășește 1450°C, din care motiv în jurul electrozilor se formează o baie de zgură. Vaporii de zinc formați sînt evacuați din cuptor, pe la partea superioară și dirijați în condensatoare pentru captarea zincului. Procedeul necesită un consum specific de curent de cca 2800 kWh/t Zn.

*Hidrometalurgia zincului* constă în solubilizarea ZnO din concentratul prăjit în acid sulfuric diluat. În soluția cu sulfat de zinc rezultată se mai găsesc dizolvate și o serie de impurități ca: Fe, Cu, Al, Co și Cd. Adăugînd în soluție ZnO, unele impurități (Fe, Al și Co) precipită, după care sînt îndepărtate. Cu și Cd se separă din soluție prin adăugare de pulbere de zinc. Extragerea zincului din soluția de sulfat de zinc, purificată, se face prin electroliză, în timpul căreia zincul se depune la catod. Puritatea zincului electrolitic are valori cuprinse între 99,97% și 99,99% Zn.

*Metalurgia zincului* cuprinde și operațiile de valorificare a deșeurilor de zinc rezultate în urma diverselor procese tehnologice. Zgurele de zinc sînt tratate după *procedeul Waelz,* aplicat și în țara noastră. Zgurele zincoase, concentratele de plumb, zinc și cupru sau zgurele obținute în cup-

toarele de topire reducătoare a plumbului se amestecă cu cărbune și se introduc într-un cuptor rotativ unde temperatura atinge 1000—1250°C. Unele metale ca zincul, plumbul etc. se reduc cu carbon, se volatilizează și se oxidează cu dioxidul de carbon din atmosfera cuptorului. După evacuarea lor din cuptor se captează, produsul obținut fiind format în principal din oxizi de zinc și plumb (60% Zn și 20% Pb), numit și oxizi Waelz. În cuptor rămîne un clincher în stare semitopită care conține cupru, aur, argint etc. Oxizii Waelz sînt apoi folosiți ca materie primă la obținerea zincului și plumbului. De asemenea, praful de zinc colectat în procesul de distilare este transformat în zinc lingou într-un *cuptor Thédé*. Acesta este un cuptor rotativ, încălzit din exterior, utilizat la topirea prafului de zinc (șmelțului) rezultat în cuptoarele pentru reducerea și distilarea zincului. Este prevăzut cu manta din fontă și în interior este căptușit cu cărămizi fasonate din carborundum. Căldura necesară pentru topire este transmisă prin căptușeală, cuptorul rotativ fiind introdus într-un cuptor de încălzire. Are funcționare discontinuă, topirea unei încărcături (2500—3000 kg) necesitînd 6—7 h.

**ZINCIT,** ZnO, mineral de zinc cristalizat în sistemul hexagonal, de culoare galbenă sau roșie. Conține 80,3% Zn și 19,7% $O_2$. Are duritatea 4—4,5 (scara Mohs) și densitatea 5,4—5,7 kg/dm³. Este puțin răspîndit, cele mai importante zăcăminte aflîndu-se în S.U.A.

**ZIRCON,** $ZrSiO_4$, silicat de zirconiu, cristalizat în sistemul tetragonal. Are duritatea 7—8 (scara Mohs) și densitatea 4,4—4,7 kg/dm³. Este incolor și transparent sau colorat în gri, galben, verde, roșu, brun. Conține 67,12% $ZrO_2$, 32,88% $SiO_2$. **Z.** din Colorado are 9,2% $Fe_2O_3$. Unele analize mai pun în evidență $H_2O$ (2—12%) și elemente rare între care erbiu, niobiu, ytriu, thoriu, ceriu, alături de Sn, Pb, Cu, Bi, Al, Co, Mn, Zn, Mg, K, Li, Na. În țara noastră se întîlnește în granitele din Munții Măcinului, în Carpații Meridionali, în Munții Apuseni; în aluviunile actuale este concentrat la Izvoarele Mureșului și pe Valea Argeșului la Merișani. Se găsește și în U.R.S.S., S.U.A., Norvegia, Italia, Australia, Brazilia etc. Cînd sînt frumos colorate, cristalele de **Z.** sînt folosite la confecționarea bijuteriilor. Se întrebuințează la fabricarea creuzetelor refractare, a vaselor de laborator, a cimentului și a cărămizilor refractare utilizate la căptușirea cuptoarelor electrice, a aliajelor de zirconiu etc.

**ZIRCONIU,** Zr, element metalic din grupa a IV-a secundară a sistemului periodic, cu numărul atomic 40, masa atomică 91,22, valența II, III, IV. A fost descoperit (1789) de M. H. Klaproth și izolat de H. Davy (1808) și J. J. Berzelius (1824). Se găsește în natură sub formă de combinații (zirconul și badeleitul). Are culoarea alb-cenușie lucioasă și se prezintă sub două forme alotropice: Zirconiul $\alpha$ care cristalizează în sistemul hexagonal compact și zirconiul $\beta$ care cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat. Temperatura de transformare a formei $\alpha$ în $\beta$ este de 862°C. Metal greu fuzibil cu conductibilități termică și electrică scăzute, **Z.** are densitatea 6,22 kg/dm³, p.t. 1855°C, p.f. 3600°C, căldura masică (la 20°C) 335 J/kg·K și rezistivitatea electrică (la 20°C) 0,424 $\Omega \cdot mm^2/m$. În stare pură **Z.** (recopt) prezintă o rezistență satisfăcătoare și o plasticitate bună, astfel: rezistență de rupere la tracțiune $\sigma_r$ 24 daN/mm², alungirea $\delta = 47\%$ și duritatea $HB = 80$. Impurități ca fier, crom, vanadiu, staniu, aluminiu și wolfram îi mă-

Scanned with OKEN Scanner

resc rezistența de rupere la tracțiune. Din acest motiv zirconiul tehnic recopt are o rezistență de rupere la tracțiune mai mare de 35 daN/mm². În stare topită **Z.** poate dizolva mici cantități de hidrogen care îl fac casant. Este atacat de acidul fluorhidric, hidroxizii alcalini topiți și apă regală. În aer se acoperă cu un strat subțire și dens de oxid care îl protejează împotriva coroziunii. Are o bună rezistență față de apă și abur la temperaturi și presiuni ridicate. O serie de elemente (staniu, niobiu, fier, crom și molibden) adăugate în cantități mici au o influență pozitivă asupra rezistenței sale la coroziune. **Z.** metalic capabil de a fi prelucrat prin deformare plastică la rece se livrează sub formă de lingouri, de mare puritate (99,99% Zr). Este utilizat în reactoarele nucleare, în electronică, în pirotehnie și în metalurgie (la elaborarea unor aliaje și oțeluri speciale).

*METALURGIA ZIRCONIULUI* cuprinzînd operațiile tehnologice pentru obținerea și prelucrarea acestuia, s-a dezvoltat în secolul XX. În prima etapă, tehnologia de producere a zirconiului urmărește descompunerea materiei prime (zirconul și baddeleitul) în vederea obținerii unei săruri de zirconiu sau a zirconiului ($ZrO_2$). Printre procedeele folosite foarte des se aplică clorurarea materiei prime cu clor gazos, în prezența carbonului, la 800—1000°C. Operația are loc într-un cuptor vertical încălzit cu electrozi de cărbune; tetraclorura de zirconiu, $ZrCl_4$, care rezultă în stare gazoasă, este captată într-un condensator special și supusă unei operații de purificare. În etapa următoare, aceasta se reduce cu magneziu după procedeul Kroll **2.** (v.) iar zirconiul obținut sub formă spongioasă se rafinează cu iod după procedeul Van Arkel-de Boer. Zirconiul buretos se topește într-un cuptor electric cu arc, în atmosferă de argon, și se obține zirconiu metalic care poate fi prelucrat prin deformare plastică (forjare, laminare). În cazul cînd zirconiul urmează a fi folosit în tehnica nucleară înainte de reducere, tetraclorura de zirconiu este supusă unor operații speciale pentru separarea hafniului.

**ZIRKELIT,** $(CaFe)(Zr, Ti, Th)_2O_5$, oxid complex de calciu, fier, zirconiu, titan, thoriu cristalizat în sistemul cubic. Are duritatea 5,5 (scara Mohs), densitatea 4,7 kg/dm³ și este de culoare neagră. Se găsește alături de perowskit și baddeleit în Brazilia (Sao Paulo) și Sri Lanka. Concentratele preparate din minereuri cu **Z.** se folosesc la elaborarea aliajelor de zirconiu.

**ZONĂ DE ARDERE** (la furnal), spațiu din furnal în care are loc arderea combustibilului din încărcătură cu ajutorul aerului preîncălzit, suflat prin gurile de vînt, amplasate la periferia creuzetului. În secțiunea orizontală a creuzetului constituie un inel format prin intersectarea spațiilor de ardere din fața fiecărei guri de vînt (fig. Z. 4). În această zonă prin reacția carbonului cu oxigenul, se formează dioxid de carbon; ulterior în urma reacției cu carbonul din cocs, dioxidul de carbon trece în oxid de carbon, conform reacției: $C + CO_2 = 2CO$ (reacția Bell-Boudouard). Limita ei este marcată de dispariția completă a dioxidului de carbon. Temperatura în **Z. de A.** prezintă un maxim situat, de obicei, la 400—1100 mm de la gura de vînt, care atinge aproximativ 1800°C, uneori chiar 2000°C. Se obțin temperaturi atît de înalte deoarece arderea se face cu aer preîncălzit (de obicei, la 700—1200°C), iar bucățile de cocs ajung în zonă cu temperaturi peste 1500°C. Gazul care părăsește zona este format din CO și $H_2$. Cu cît **Z. de A.** este mai întinsă (cuprinde o parte mai mare din secțiunea creu-



Scanned with OKEN Scanner

zetului), cu atît încărcătura coboară mai uniform și mai ușor, iar gazele străbat întreaga secțiune a coloanei de materiale în mod egal. Dimensiunile ei variază în funcție de parametrii de suflare a aerului cald (debit, temperatură, presiune), de calitatea cocsului (granulație, reactivitate) și de numărul și diametrul gurilor de vînt.

**ZONĂ DURĂ**, defect la piesele turnate caracterizat prin prezența pe pereți sau suprafața acestora a unor zone cu constituenți mai duri decît cei care formează metalul de bază, ceea ce îngreuiază prelucrarea prin așchiere (fig. Z. 5). Defectul este caracteristic fontelor cenușii datorită apariției cementitei și este cunoscut sub numele de *albire*. Albirea poate fi cu zonă de tranziție între structura cenușie și albă (zone albe în structura cenușie sau zone cenușii în struc-

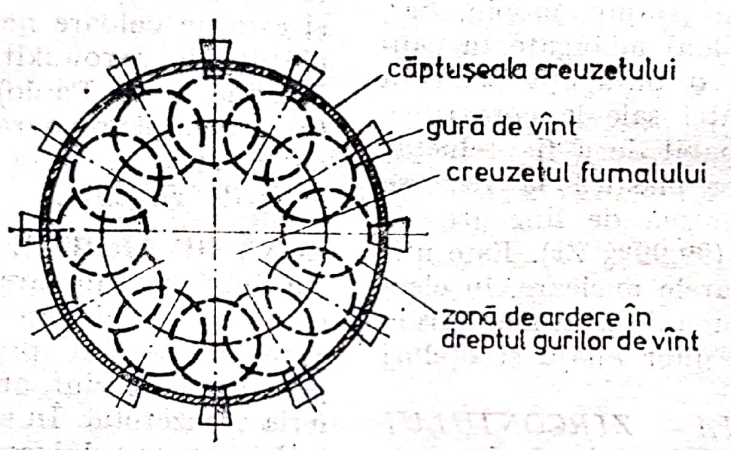



**Fig. Z. 4.**

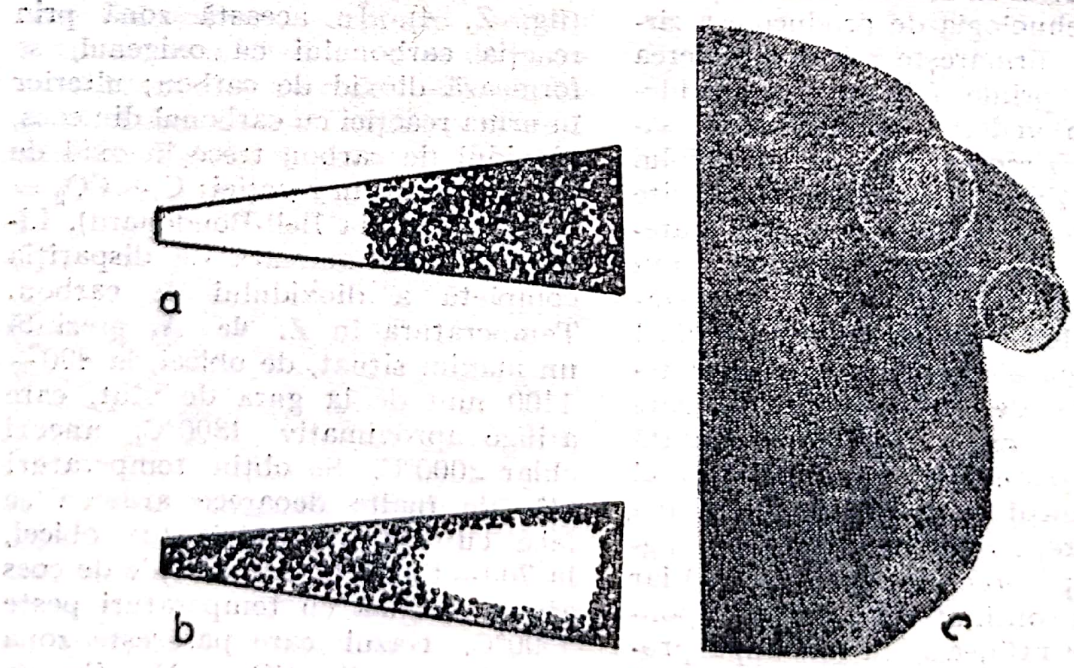



**Fig. Z. 5.** Zonă dură:
*a* — albire directă; *b* — albire inversă; *c* — vedere într-o spărtură de piesă.

tura albă) și apare în porțiunile subțiri sau la colțuri și margine sau fără zonă de tranziție, trecerea de la structura albă la cea cenușie făcîndu-se brusc. Defectul sub formă de margini care înconjoară suprafața ruptă cu structură normală de fontă cenușie și zone interioare complet albe, fără zone de tranziție, prezentînd doar mici zone albe sau pestrițe, se numește *albire inversă*. Cauze posibile: carbonul echivalent și/sau raportul C/Si nu sînt corelate cu grosimea sau viteza de răcire a piesei respective; raport S/Mn prea mare sau conținut mărit de hidrogen (în cazul albirii fără zonă de tranziție și al albirii inverse).

Scanned with OKEN Scanner

Tehnoredactor: MARIA IONESCU

*Coli de tipar: 37*
*Bun de tipar: 8.05.1980*

Cd. 269—I. P. „INFORMAȚIA”
str. Brezoianu nr. 23—25
București

Scanned with OKEN Scanner